

Rec'd T/PTO 15 JUN 2005

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-240497

(43)Date of publication of application : 05.09.2000

(51)Int.Cl.

F02D 45/00
F02D 41/40
// F02M 65/00

(21)Application number : 11-040815

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 19.02.1999

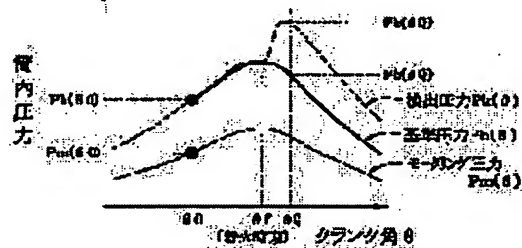
(72)Inventor : KOBAYASHI KAZUO
KUBOSHIMA TSUKASA
NAKAMURA KANEHITO
KOJIMA DAISUKE

(54) FUEL INJECTION AMOUNT DETECTING DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To high-precisely detect a fuel injection amount from a differential pressure between a reference pressure and a cylinder pressure by calculating a reference pressure (a pressure of cylinder air excluding the increase of a pressure by fuel) corresponding to an engine operation condition during running of an engine without lowering operability.

SOLUTION: The waveform of a cylinder pressure (a motoring pressure) P_m equivalent to one cycle during cut of fuel injection is detected by a cylinder pressure sensor and stored at a memory. By determining a pressure ratio between a detecting pressure P_k of a cylinder pressure sensor and a motoring pressure P_m by a crank angle θ_0 before ignition during operation of an engine, a pressure ratio between a reference pressure P_b on a present engine operation condition and the motoring pressure P_m is determined. The reference pressure P_b is calculated by multiplying the motoring pressure P_m by a pressure ratio at a crank angle following the crank angle θ_0 , and from a differential pressure between a detecting pressure $P_k(\theta_Q)$ at an injection amount detecting timing θ_Q after a lapse of a given time starting from an ignition timing θ_f and the reference pressure $P_b(\theta_Q)$, a fuel injection amount is calculated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.04.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-240497

(P 2000-240497 A)

(43) 公開日 平成12年9月5日 (2000. 9. 5)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 45/00	3 6 4	F 0 2 D 45/00	3 6 4 N 3G084
	3 6 8		3 6 8 S 3G301
41/40		41/40	Z
// F 0 2 M 65/00	3 0 2	F 0 2 M 65/00	3 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 1 5 O L

(全 1 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-40815

(22) 出願日 平成11年2月19日 (1999. 2. 19)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 小林 和雄

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
デンソー内

(72) 発明者 窪島 司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
デンソー内

(74) 代理人 100098420

弁理士 加古 宗男

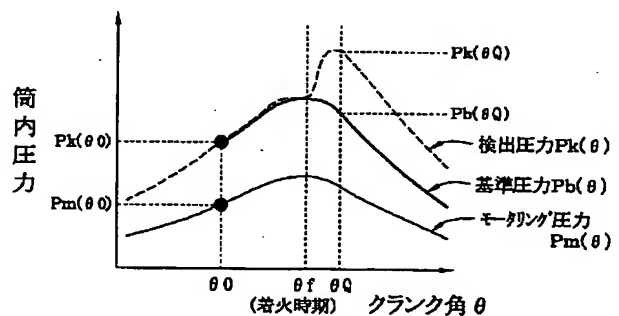
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射量検出装置

(57) 【要約】

【課題】 運転性を損なうことなく、エンジン運転中にエンジン運転条件に応じた基準圧力（燃料による圧力上昇を除いた筒内空気の圧力）を算出して、この基準圧力と筒内圧力との差圧から燃料噴射量を精度良く検出する。

【解決手段】 燃料噴射カット時の1サイクル分の筒内圧力（モータリング圧力） P_m の波形を筒内圧力センサで検出してメモリに記憶しておく。エンジン運転中に、着火前のクランク角 θ_0 で筒内圧力センサの検出圧力 P_k とモータリング圧力 P_m との圧力比を求めることで、現在のエンジン運転条件における基準圧力 P_b とモータリング圧力 P_m との圧力比を求める。そして、クランク角 θ_0 以降のクランク角で、モータリング圧力 P_m に圧力比を乗算して基準圧力 P_b を算出し、着火時期 θ_f から所定時間経過後の噴射量検出時期 θ_Q の検出圧力 $P_k(\theta_Q)$ と基準圧力 $P_b(\theta_Q)$ との差圧から燃料噴射量を算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の筒内圧力を筒内圧力検出手段で検出し、その検出値に基づいて燃料噴射量を検出する内燃機関の燃料噴射量検出装置において、

前記筒内圧力検出手段で過去に検出された非燃焼時の筒内圧力（以下「モータリング圧力」という）に基づいて、燃焼による圧力上昇を除いた現在の筒内空気の圧力（以下「基準圧力」という）を算出する基準圧力算出手段と、

前記筒内圧力検出手段で検出した現在の筒内圧力（以下「検出圧力」という）と前記基準圧力とに基づいて燃料噴射量を算出する噴射量算出手段とを備えていることを特徴とする内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 2】 前記筒内圧力検出手段は、燃料噴射カット時の筒内圧力を前記モータリング圧力として検出することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 3】 前記基準圧力算出手段は、前記検出圧力と前記モータリング圧力との圧力比から求めた係数を前記モータリング圧力に乗算して前記基準圧力を算出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 4】 前記基準圧力算出手段は、前記圧力比を燃料着火前の少なくとも一点のクランク角で算出することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 5】 前記筒内圧力検出手段により複数のクランク角で検出した複数の検出圧力に基づいて前記筒内圧力検出手段の出力特性のオフセット誤差を算出し、このオフセット誤差の分だけ前記筒内圧力検出手段の出力特性を補正するオフセット誤差補正手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 6】 燃料噴射カット毎に所定条件下で前記筒内圧力検出手段により前記モータリング圧力を検出して該モータリング圧力の記憶値を更新するモータリング圧力更新手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 7】 前記筒内圧力検出手段により少なくとも一点のクランク角で検出した前記モータリング圧力をその標準値と比較することで前記筒内圧力検出手段の出力特性のゲイン誤差を求め、このゲイン誤差の分だけ前記筒内圧力検出手段の出力特性を補正するゲイン誤差補正手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 8】 前記噴射量算出手段は、燃料の着火時期から所定時間経過後における前記検出圧力と前記基準圧力との差圧に基づいて燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 9】 前記噴射量算出手段は、燃料の着火時期から所定時間経過後までの前記検出圧力と前記基準圧力との差圧を所定周期で積算し、その積算値に基づいて燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 10】 前記噴射量算出手段は、所定のクランク角における前記検出圧力と前記基準圧力との差圧に基づいて燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 11】 前記噴射量算出手段は、燃料の着火時期から所定のクランク角までの前記検出圧力と前記基準圧力との差圧を所定周期で積算し、その積算値に基づいて燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 12】 前記噴射量算出手段は、燃料の着火時期から所定時間経過後における前記検出圧力と前記基準圧力との差圧の上昇率に基づいて燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 13】 1 サイクル内に機関出力発生のためのメイン噴射とそれに先立つパイロット噴射とを行う燃料噴射装置を備え、

前記噴射量算出手段は、前記メイン噴射燃料の着火時期又はそれ以前における前記検出圧力と前記基準圧力との差圧に基づいて前記パイロット噴射の燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 14】 1 サイクル内に複数回の燃料噴射を行う燃料噴射装置を備え、

前記噴射量算出手段は、N 回目（N は 2 以上の整数）の噴射燃料の着火時期又はそれ以前における前記検出圧力と前記基準圧力との差圧に基づいて（N-1）回目以前の噴射の燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【請求項 15】 前記噴射量算出手段は、燃料噴射量の算出時に用いる前記検出圧力と前記基準圧力との差圧を、着火前の前記検出圧力で徐算して無次元化し、その値に基づいて燃料噴射量を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれかに記載の内燃機関の燃料噴射量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関（エンジン）の筒内圧力を検出し、その検出圧力から燃料噴射量を検出する内燃機関の燃料噴射量検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】エンジンの燃料噴射量は、エンジン出

力、燃費及びエミッションに直接影響を与える制御パラメータである。一般に、燃料噴射量は、燃料噴射装置の固体差や経時変化等によって変化し、特に、燃料を高圧噴射するディーゼルエンジンでは、燃料噴射装置の固体差や経時変化等の影響を受けやすく、燃料噴射量が変化しやすい傾向がある。更に、同一サイクル内に複数回の燃料噴射を行う場合には、燃料噴射量の変化が、エンジン出力、燃費及びエミッションに与える影響が大きい。従って、エンジン出力、燃費及びエミッションを向上するには、燃料噴射量を精密に制御する必要がある。

【0003】そこで、ディーゼルエンジンでは、特開平10-184420号公報に示すように、燃料が燃焼すると、燃料噴射量に応じた燃焼圧力が発生する特性に着目し、筒内圧力センサにより筒内圧力を検出し、この検出値から燃焼による圧力上昇量を検出することで、実際の燃料噴射量を検出し、この燃料噴射量を目標燃料噴射量と一致させるように噴射パラメータを調整する技術が検討されている。

【0004】しかし、ディーゼルエンジンは、圧縮比が大きく、筒内に多量の空気を吸入するため、筒内空気の圧縮圧力（以下「基準圧力」という）が燃焼による圧力上昇量に比べて相対的に大きくなる。このため、筒内圧力の検出値から基準圧力を除去しないと、燃焼による圧力上昇量を精度良く検出することができない。

【0005】そこで、上記公報のものは、エンジン出力発生のためのメイン噴射に先立ちパイロット噴射を行う燃料噴射システムにおいて、エンジン運転中にパイロット噴射を中止してその時の筒内圧力を基準圧力として検出し、パイロット噴射を行った時に検出した筒内圧力から基準圧力を減算して、パイロット噴射燃料の燃焼による圧力上昇量を求め、この圧力上昇量からパイロット噴射の燃料噴射量を算出するようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、基準圧力は一定ではなくエンジン運転条件等により変化し、特に過給機付きのエンジンではその変化が大きくなる傾向がある。従って、燃焼による圧力上昇量を正確に求めるには、検出した筒内圧力からその時のエンジン運転条件に応じた基準圧力を減算する必要がある。

【0007】しかし、上記公報の技術では、エンジン運転中に基準圧力を検出する際に、パイロット噴射を中止しなければならぬため、エンジン運転条件に応じた基準圧力を検出するには、エンジン運転条件が変化する毎にパイロット噴射を中止しなければならず、その影響でエンジン出力が不安定になってドライバビリティが悪化するという欠点がある。

【0008】予め、設計段階でエンジン運転条件毎に各クランク角での基準圧力を計算により求めてマップ等でメモリに記憶しておけば、パイロット噴射を中止することなく、その時のエンジン運転条件に応じた基準圧力を

メモリから得ることができるが、刻々と変化する全てのエンジン運転条件に対して、その全ての基準圧力を予め計算で求めて記憶しておくことは事実上困難である。しかも、エンジン運転条件毎の基準圧力に関する膨大なデータを記憶しておく必要があり、大容量のメモリが必要になってコストアップする欠点もある。

【0009】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、エンジン運転条件毎の基準圧力を予め計算してマップ等で記憶しておかなくても、エンジン運転中に、ドライバビリティの悪化を招くことなく、エンジン運転条件に応じた基準圧力を簡単に求めることができ、この基準圧力を用いて筒内圧力の検出値から燃料噴射量を精度良く検出することができる内燃機関の燃料噴射量検出装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の燃料噴射量検出装置は、筒内圧力検出手段で過去に検出された非燃焼時の筒内圧力（以下「モータリング圧力」という）に基づいて、燃焼による圧力上昇を除いた現在の筒内空気の圧力（以下「基準圧力」という）を基準圧力算出手段で算出し、筒内圧力検出手段で検出した現在の筒内圧力（以下「検出圧力」という）と基準圧力とに基づいて噴射量算出手段によって燃料噴射量を算出する。

【0011】この場合、モータリング圧力は、あるエンジン運転条件における非燃焼時の筒内圧力、つまり燃焼による圧力上昇を除いた筒内空気の圧縮圧力である。従って、モータリング圧力は、それを検出した時のエンジン運転条件における基準圧力に相当することから、モータリング圧力検出時のエンジン運転条件と現在のエンジン運転条件との関係から、モータリング圧力をベースデータとして現在のエンジン運転条件における基準圧力を算出することができる。このため、本発明では、エンジン運転条件毎の基準圧力を予め計算してマップ等で記憶しておかなくても、エンジン運転中にその時のエンジン運転条件に応じた基準圧力を簡単に算出することができ、この基準圧力と検出圧力との比較から燃料噴射量を精度良く算出することができる。しかも、エンジン運転条件毎の基準圧力を求める際に、燃料噴射を中止する必要がないため、ドライバビリティの悪化を回避できる。更に、エンジン運転条件毎の基準圧力に関する膨大なデータを記憶しておく必要がないため、大容量のメモリを必要とせず、その分、低コスト化できる。その上、基準圧力を算出する際のベースデータとなるモータリング圧力は、エンジン運転中に筒内圧力検出手段で検出するので、個々のエンジンの個体差によるモータリング圧力特性の違いにも対処できる。

【0012】ここで、車両減速時や高回転時等に実施される燃料噴射カットは、筒内が非燃焼状態となるため、請求項2のように、筒内圧力検出手段によって燃料噴射

10

20

30

40

50

カット時の筒内圧力をモータリング圧力として検出するようにすると良い。このようにすれば、エンジン運転中にモータリング圧力の検出のための非燃焼状態をわざわざ作り出す必要がなく、ドライバビリティを損なわずに、車両減速時等の燃料噴射カットを利用してモータリング圧力を検出することができる。

【0013】また、請求項3のように、検出圧力とモータリング圧力との圧力比から求めた係数をモータリング圧力に乗算して基準圧力を算出するようにすると良い。つまり、モータリング圧力は、モータリング圧力検出時のエンジン運転条件における検出圧力（＝モータリング圧力検出時の基準圧力）であることから、現在のエンジン運転条件における検出圧力とモータリング圧力（モータリング圧力検出時の検出圧力）との圧力比は、現在のエンジン運転条件における基準圧力とモータリング圧力検出時の基準圧力との圧力比を推定する有力なパラメータとなる。従って、この圧力比から求めた係数をモータリング圧力（＝モータリング圧力検出時の基準圧力）に乗算すれば、現在のエンジン運転条件における基準圧力を簡単に算出することができる。

【0014】この場合、請求項4のように、検出圧力とモータリング圧力との圧力比を燃料着火前の少なくとも一点のクランク角において算出するようにすると良い。図2に示すように、燃料着火前であれば、燃焼による筒内圧力の上昇が生じないため、検出圧力と基準圧力とがほぼ一致する。従って、燃料着火前に圧力比を算出すれば、燃焼による圧力上昇の影響を全く受けない圧力比を算出することができ、燃料着火後のクランク角でも基準圧力を精度良く算出することができる。

【0015】ところで、筒内圧力検出手段として用いられる筒内圧力センサは、温度等の使用条件によって出力特性にオフセット誤差が生じることがあり、これが燃料噴射量の検出精度を低下させる原因となる。

【0016】この対策として、請求項5のように、筒内圧力検出手段により複数のクランク角で検出した複数の検出圧力に基づいて筒内圧力検出手段の出力特性のオフセット誤差を算出し、このオフセット誤差の分だけ筒内圧力検出手段の出力特性を補正するようにしても良い。このようにすれば、たとえ、筒内圧力検出手段の出力特性にオフセット誤差が生じたとしても、筒内圧力検出手段の出力からオフセット誤差を排除した補正值を用いて燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0017】また、請求項6のように、燃料噴射カット毎に所定条件下で筒内圧力検出手段によりモータリング圧力を検出して該モータリング圧力の記憶値を更新するようにすると良い。このようにすれば、内燃機関の特性や筒内圧力検出手段の出力特性が経時変化したとしても、その経時変化に応じて更新した最新のモータリング圧力に基づいて基準圧力を精度良く算出することができ、経時変化による燃料噴射量の検出精度の低下を防ぐ

ことができる。

【0018】また、筒内圧力検出手段の出力特性は、使用条件、経時変化等により圧力変化に対するゲイン（出力感度）が変化することがある。この対策として、請求項7のように、筒内圧力検出手段により少なくとも一点のクランク角で検出したモータリング圧力をその標準値と比較することで筒内圧力検出手段の出力特性のゲイン誤差を求め、このゲイン誤差の分だけ筒内圧力検出手段の出力特性を補正するようにしても良い。このようにすれば、筒内圧力検出手段の出力特性にゲイン誤差が生じたとしても、筒内圧力検出手段の出力からゲイン誤差を排除した補正值を用いて燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0019】ところで、燃料噴射量の算出方法は、例えば、燃料着火後の検出圧力と基準圧力との比に基づいて燃料噴射量を算出するようにしても良いが、請求項8のように、燃料の着火時期から所定時間経過後における検出圧力と基準圧力との差圧に基づいて燃料噴射量を算出するようにしても良い。燃料着火後における検出圧力と基準圧力との差圧は、燃焼による圧力上昇分に相当するため、この差圧から燃料噴射量を精度良く算出することができる。しかも、着火時期から所定時間経過後に差圧を求めるので、エンジン回転数によらず、着火時期から差圧を検出するまでの燃焼時間を常に一定にすることができ、エンジン回転数の影響を受けない高精度な燃料噴射量の検出が可能となる。

【0020】更に、請求項9のように、燃料の着火時期から所定時間経過後までの検出圧力と基準圧力との差圧を所定周期で積算し、その積算値に基づいて燃料噴射量を算出するようにしても良い。このようにすれば、筒内圧力検出手段の出力にノイズ等が重畳して差圧データが一時的にばらついたとしても、その影響を小さく抑えて燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0021】或は、請求項10のように、所定のクランク角における検出圧力と基準圧力との差圧に基づいて燃料噴射量を算出するようにしても良い。このようにすれば、差圧を求めるタイミング（クランク角）を算出する必要がなくなるため、燃料噴射量算出プログラムを簡略化して計算量（CPU負荷）を少なくすることができる。

【0022】更に、請求項11のように、燃料の着火時期から所定のクランク角までの検出圧力と基準圧力との差圧を所定周期で積算し、その積算値に基づいて燃料噴射量を算出するようにしても良い。この場合も、ノイズ等による差圧データのばらつきの影響を小さく抑えて燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0023】また、請求項12のように、燃料の着火時期から所定時間経過後における検出圧力と基準圧力との差圧の上昇率に基づいて燃料噴射量を算出するようにしても良い。筒内圧力検出手段の出力特性にオフセット誤

差が生じると、差圧データにもオフセット誤差が含まれるが、差圧の上昇率を求めると、オフセット誤差をほぼキャンセルすることができる。従って、差圧の上昇率から燃料噴射量を算出すれば、オフセット誤差の影響を小さく抑えて燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0024】ところで、1サイクル内にエンジン出力発生のためのメイン噴射とそれに先立つパイロット噴射とを行う燃料噴射システムでは、パイロット噴射の燃料噴射量を算出する際に、メイン噴射燃料の着火後の差圧を用いたのでは、メイン噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受けてしまう。

【0025】従って、パイロット噴射の燃料噴射量を算出する場合には、請求項13のように、メイン噴射燃料の着火時期又はそれ以前における検出圧力と基準圧力との差圧に基づいてパイロット噴射の燃料噴射量を算出するようにすると良い。このようにすれば、メイン噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受けない差圧（パイロット噴射時の燃料燃焼のみによる圧力上昇量）を用いてパイロット噴射の燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0026】また、請求項14のように、1サイクル内に複数回の燃料噴射を行う場合は、N回目（Nは2以上の整数）の噴射燃料の着火時期又はそれ以前における検出圧力と基準圧力との差圧に基づいて、（N-1）回目以前の噴射の燃料噴射量を算出するようにすると良い。このようにすれば、N回目の噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受けない差圧に基づいて、（N-1）回目以前の噴射の燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0027】また、請求項15のように、燃料噴射量の算出時に用いる検出圧力と基準圧力との差圧を、着火前の検出圧力で徐算して無次元化し、その値に基づいて燃料噴射量を算出しても良い。筒内圧力検出手段の出力特性にゲイン誤差が含まれていると、検出圧力と基準圧力との差圧及び検出圧力には、それぞれ同じゲイン誤差が含まれるので、差圧を着火前の検出圧力で徐算すれば、ゲイン誤差をほぼキャンセルすることができて、この値から燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】〔実施形態（1）〕以下、本発明を4気筒のディーゼルエンジンに適用した実施形態（1）を図1乃至図6に基づいて説明する。

【0029】まず、図1に基づいてエンジン制御システム全体の構成を説明する。内燃機関であるディーゼルエンジン11の各気筒には、電磁弁式の燃料噴射弁12が取り付けられ、各燃料噴射弁12には、高圧ポンプ、（図示せず）から高圧に畜圧された燃料がコモンレール13を通して分配される。このコモンレール13には、燃料噴射弁12に分配する燃料の圧力（コモンレール燃圧）

を検出する燃圧センサ14が取り付けられている。また、ディーゼルエンジン11の1つの代表気筒には、筒内圧力を検出する筒内圧力センサ15（筒内圧力検出手段）が取り付けられている。

【0030】更に、エンジン11のクランク軸20の近傍には、所定クランク角毎にパルス信号を出力するクランク角センサ16が設置され、カム軸（図示せず）の近傍には、気筒判別センサ17が設置されている。また、アクセルペダル（図示せず）には、アクセルセンサ等の負荷センサ18が設けられている。

【0031】前述した各種センサの出力信号は、エンジン電子制御回路（以下「ECU」と表記する）19に入力される。このECU19は、マイクロコンピュータを主体として構成され、各種センサで検出したエンジン運転状態に基づいて燃料噴射量や燃料噴射時期を演算し、その演算結果に基づいて燃料噴射弁12を制御する。

【0032】更に、ECU19は、燃料噴射カット時に所定条件下で筒内圧力センサ15によって検出した非燃焼時の筒内圧力（モータリング圧力） P_m に基づいて、燃焼による圧力上昇を除いた現在の筒内空気の圧力（基準圧力） P_b を算出する基準圧力算出手段として機能すると共に、筒内圧力センサ15で検出した筒内圧力（検出圧力） P_k と基準圧力 P_b との差圧（燃焼による圧力上昇量）に基づいて燃料噴射量を算出する噴射量算出手段として機能する。そして、ECU19は、検出した燃料噴射量を目標燃料噴射量に一致させるように燃料噴射弁12の燃料噴射量をフィードバック制御する。

【0033】ここで、ECU19による燃料噴射量の検出方法について説明する。図2に示すモータリング圧力 $P_m(\theta)$ の波形は、燃料噴射カット中に所定の運転条件が成立した時（例えばエンジン回転数が所定回転数Nとなった時）に、筒内圧力センサ15の出力を1サイクル分だけ読み込んで、ECU19内のバックアップRAM等の不揮発性メモリ（図示せず）に記憶したものである。このモータリング圧力 $P_m(\theta)$ の波形は、所定走行時間T1（例えば100時間）経過毎に、燃料噴射カット中に所定の運転条件が成立した時に新たに検出し、記憶値を更新する。

【0034】また、検出圧力 $P_k(\theta)$ は、所定のサンプリング間隔 $\Delta\theta$ （例えば1℃A）毎に筒内圧力センサ15によって検出する。一方、基準圧力 $P_b(\theta)$ は、モータリング圧力 $P_m(\theta)$ と検出圧力 $P_k(\theta)$ とから次のようにして算出する。

【0035】燃料着火前における検出圧力 $P_k(\theta)$ は、燃焼による圧力上昇を含まないため、基準圧力 $P_b(\theta)$ とほぼ一致する。従って、着火前の圧縮行程に設定された算出クランク角 θ_0 における検出圧力 $P_k(\theta_0)$ とモータリング圧力 $P_m(\theta_0)$ との圧力比Hを次式により算出すれば、燃焼による圧力上昇の影響を全く受けない圧力比Hを算出することができる。

$$H = P_k(\theta_0) / P_m(\theta_0)$$

【0036】ここで、算出クランク角 θ_0 は、圧力比 H の算出精度を高めるために、できるだけ着火直前であることが好ましく、例えばBTDC10℃A（圧縮上死点前10℃A）に設定すると良い。また、着火前の一点のクランク角 θ_0 のみで圧力比 H を算出しても良いが、着火前の複数点のクランク角で圧力比 H を算出し、複数の圧力比 H の平均値を用いるようにしても良い。

【0037】この算出クランク角 θ_0 以降の各クランク角 θ 毎に、モータリング圧力 $P_m(\theta)$ に圧力比 H を掛け合わせることで、各クランク角 θ における基準圧力 $P_b(\theta)$ を算出する。

$$P_b(\theta) = H \times P_m(\theta)$$

これにより、基準圧力 P_b を簡単に算出することができる。

【0038】図3に示すように、燃料の着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後の噴射量検出時期 θ_Q において、検出圧力 $P_k(\theta_Q)$ と算出した基準圧力 $P_b(\theta_Q)$ との差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ を次式により算出する。

$$\Delta P(\theta_Q) = P_k(\theta_Q) - P_b(\theta_Q)$$

【0039】尚、燃料の着火時期 θ_f の検出方法は、例えば、検出圧力 $P_k(\theta)$ と基準圧力 $P_b(\theta)$ との差圧 $\Delta P(\theta)$ が着火判定値 F （例えば100kPa）よりも大きくなったクランク角 θ_f を着火時期とすれば良い。これ以外の方法として、例えば、燃焼光センサ、ノックセンサ、イオン電流センサ等を用いて、着火時期を検出するようにしても良い。

【0040】この差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ は、燃焼による圧力上昇分に相当する。また、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後の噴射量検出時期 θ_Q に差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ を算出するので、エンジン回転数によらず、着火時期 θ_f から差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ を検出するまでの燃焼時間を常に一定にすることができる。これにより、図4の実験結果に示すように、噴射量検出時期 θ_Q における差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ と燃料噴射量 Q との関係を、直線（比例式）で近似することができ、燃料噴射量 Q を次式により簡単に算出することができる。

$$Q = \alpha \times \Delta P(\theta_Q)$$

上式において、 α は比例定数（直線の傾き）である。

尚、燃料噴射量 Q の検出精度を更に高めるために、差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ と燃料噴射量 Q との関係を2次関数以上の高次関数（曲線）で近似するようにしても良い。

【0041】以上説明したECU19による燃料噴射量の検出は、図5に示す燃料噴射量検出プログラムにより実行される。本プログラムは、所定時間毎又は所定クランク角毎に実行され、筒内圧力センサ15が設けられた代表気筒の燃料噴射量が検出される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ101で、前回モータリング圧力 $P_m(\theta)$ の波形を更新してから積算走行時間が、所定時間 T_1 （例えば100時間）を越えたか否か

を判定する。もし、積算走行時間が所定時間 T_1 に達していなければ、モータリング圧力 $P_m(\theta)$ の波形を更新せず、そのままステップ105に進む。

【0042】一方、積算走行時間が所定時間 T_1 を越えていれば、ステップ102に進み、燃料噴射カット中に所定の運転条件が成立した時（例えばエンジン回転数が所定回転数 N となった時）に、1サイクル分だけ筒内圧力センサ15の出力をモータリング圧力 $P_m(\theta)$ として読み込み、ECU19の不揮発性メモリに記憶されたモータリング圧力 $P_m(\theta)$ の記憶データを更新する。この後、ステップ103で、更新したモータリング圧力 $P_m(\theta)$ のピーク圧 P_{max} が所定値 P_s よりも高いか否かを判定する。もし、ピーク圧 P_{max} が所定値 P_s 以下であれば、筒内圧力が異常低下していると判断して、ステップ104に進み、警告ランプ（図示せず）の点灯等により異常表示を行って筒内圧力の異常低下を運転者に知らせて本プログラムを終了する。

【0043】これに対して、ステップ103で、ピーク圧 P_{max} が所定値 P_s よりも高いと判定された場合は、筒内圧力が正常であると判断して、ステップ105に進む。このステップ105では、ECU19の不揮発性メモリに記憶されたモータリング圧力 $P_m(\theta)$ の波形を読み出し、次のステップ106で、現在のクランク角 θ を算出クランク角 θ_0 （例えばBTDC10℃A）と比較して、算出クランク角 θ_0 に達するまで、ステップ106で待機する。その後、算出クランク角 θ_0 に達した時点で、ステップ107に進み、算出クランク角 θ_0 における検出圧力 $P_k(\theta_0)$ とモータリング圧力 $P_m(\theta_0)$ との圧力比 H を次式により算出する。

$$H = P_k(\theta_0) / P_m(\theta_0)$$

【0044】次のステップ108で、算出クランク角 θ_0 以降の各クランク角 θ 毎に、モータリング圧力 $P_m(\theta)$ に圧力比 H を乗算して各クランク角 θ の基準圧力 $P_b(\theta)$ を次式により算出する。

$$P_b(\theta) = H \times P_m(\theta)$$

この基準圧力 $P_b(\theta)$ のデータは、本プログラムが終了するまでECU19のRAM等のメモリに一時的に記憶しておく。

【0045】この後、ステップ109に進み、噴射量検出時期 θ_Q を算出する。算出方法は、例えば、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後に相当するクランク角 θ_Q を算出する。

【0046】この後、ステップ110に進み、現在のクランク角 θ を噴射量検出時期 θ_Q と比較し、噴射量検出時期 θ_Q に達するまでステップ110で待機する。その後、噴射量検出時期 θ_Q に達した時点で、ステップ111に進み、噴射量検出時期 θ_Q における差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ を次式により算出する。

$$\Delta P(\theta_Q) = P_k(\theta_Q) - P_b(\theta_Q)$$

【0047】次のステップ112で、予め求めた比例定

数 α をメモリから読み出し、燃料噴射量 Q を次式により算出して、本プログラムを終了する。

$$Q = \alpha \times \Delta P (\theta Q)$$

尚、比例定数 α は、エンジン運転条件に応じて補正するようにしても良い。

【0048】ところで、図6に破線で示すように、例えばエンジン低負荷時に対応した基準圧力を予め計算して記憶しておき、この基準圧力を全てのエンジン運転条件に適用すると、エンジン高負荷時では、基準圧力が実際の基準圧力と大きく異なってしまい、燃料噴射量を誤検出する可能性がある。この対策として、予めエンジン運転条件毎に基準圧力を計算してマップ等で記憶しておき、エンジン運転条件に応じた基準圧力をマップ等から求めるようにすれば、燃料噴射量の検出精度を向上できるが、刻々と変化する全てのエンジン運転条件に対して、その全ての基準圧力を予め計算で求めて記憶しておくことは事実上困難である。しかも、エンジン運転条件毎の基準圧力に関する膨大なデータを記憶しておく必要があり、大容量のメモリが必要になってコストアップする欠点もある。

【0049】これに対し、本実施形態(1)では、図2に示すように、燃料着火前の算出クランク角 θ_0 における検出圧力 $P_k(\theta_0)$ と、その時のエンジン運転条件の算出クランク角 θ_0 における基準圧力 $P_b(\theta_0)$ とがほぼ一致する点に着目し、燃料着火前の算出クランク角 θ_0 における検出圧力 $P_k(\theta_0)$ とモータリング圧力 $P_m(\theta_0)$ との圧力比 H を算出することで、現在のエンジン運転条件における基準圧力 P_b とモータリング圧力 P_m との圧力比 H を求め、算出クランク角 θ_0 以降の各クランク角 θ 毎に、モータリング圧力 $P_m(\theta)$ に圧力比 H を掛け合わせることで、各クランク角 θ における基準圧力 $P_b(\theta)$ を算出する。これにより、燃焼による圧力上昇の影響を全く受けない圧力比 H を用いて、燃料着火後のクランク角の基準圧力 $P_b(\theta)$ を精度良く算出することができる。

【0050】そして、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後に、検出圧力 $P_k(\theta Q)$ と基準圧力 $P_b(\theta Q)$ との差圧 $\Delta P(\theta Q)$ を求めるので、エンジン回転数によらず、着火時期 θ_f から差圧 $\Delta P(\theta Q)$ を検出するまでの燃焼時間を常に一定にすることができ、この差圧 $\Delta P(\theta Q)$ から燃料噴射量 Q を精度良く算出することができる。しかも、従来のように、基準圧力を検出する際に燃料噴射を中止する必要がないため、ドライバビリティの悪化を回避できる。更に、エンジン運転条件毎の基準圧力を予め計算してマップ等で記憶しておく必要がないため、大容量のメモリを必要とせず、その分、低コスト化できる。

【0051】また、上記実施形態(1)では、車両減速時等に実施される燃料噴射カット時に筒内圧力センサ15でモータリング圧力 P_m を検出するので、ドライバビ

リティを損なわずに、モータリング圧力 P_m を検出することができると共に、個々のエンジンの個体差によるモータリング圧力特性の違いにも対処することができ、エンジンの個体差による燃料噴射量の検出精度のばらつきを少なくすることができる。しかも、モータリング圧力 P_m を所定時間 T_1 経過毎に更新するので、エンジン特性や筒内圧力センサ15の出力特性が経時変化したとしても、その経時変化に応じて更新したモータリング圧力 P_m に基づいて基準圧力 P_b を精度良く算出することができ、経時変化による燃料噴射量の検出精度の低下を防ぐことができる。

【0052】[実施形態(2)]次に、本発明の実施形態(2)を図7乃至図9に基づいて説明する。上記実施形態(1)では、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後に検出圧力 $P_k(\theta Q)$ と基準圧力 $P_b(\theta Q)$ との差圧 $\Delta P(\theta Q)$ を算出し、この差圧 $\Delta P(\theta Q)$ から燃料噴射量 Q を算出するようにしたが、本実施形態(2)では、図7に示すように、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後の噴射量検出時期 θQ までの期間中に、所定のサンプリング間隔 $\Delta\theta$ 毎に検出圧力 $P_k(\theta)$ と基準圧力 $P_b(\theta)$ との差圧 $\Delta P(\theta)$ を積算し、この差圧積算値 $\Sigma\Delta P(\theta)$ から燃料噴射量 Q を算出するようにしている。

【0053】図8の実験結果に示すように、着火時期 θ_f から噴射量検出時期 θQ までの差圧積算値 $\Sigma\Delta P(\theta)$ と燃料噴射量 Q との関係を直線(比例式)で近似することができ、燃料噴射量 Q を次式により簡単に算出することができる。

$$Q = \alpha \times \Sigma\Delta P(\theta)$$

上式において、 α は比例定数(直線の傾き)である。尚、燃料噴射量 Q の検出精度を更に高めるために、差圧積算値 $\Sigma\Delta P(\theta)$ と燃料噴射量 Q との関係を2次関数以上の高次関数(曲線)で近似するようにしても良い。

【0054】本実施形態(2)で実行する図9の燃料噴射量検出プログラムは、前記実施形態(1)で実施した図5のステップ110~112の処理を、ステップ113~117の処理に変更したもので、これ以外のステップは図5と同じである。本プログラムでは、噴射量検出時期 θQ 算出後(ステップ109)、クランク角 θ が着火時期 θ_f に達した時点で、ステップ113からステップ114に進み、差圧 $\Delta P(\theta)$ を次式により算出する。

$$\Delta P(\theta) = P_k(\theta) - P_b(\theta)$$

【0055】次のステップ115で、今回までの差圧積算値 $\Sigma\Delta P(\theta_i)$ を、前回までの差圧積算値 $\Sigma\Delta P(\theta_{i-1})$ に今回の差圧 $\Delta P(\theta_i)$ を加算して求める。

$$\Sigma\Delta P(\theta_i) = \Sigma\Delta P(\theta_{i-1}) + \Delta P(\theta_i)$$

この後、ステップ116に進み、クランク角 θ を噴射量検出時期 θQ と比較し、噴射量検出時期 θQ に達してい

なければ、上記ステップ114に戻り、差圧 $\Delta P(\theta)$ の積算処理を繰り返す(ステップ114, 115)。

【0056】その後、クランク角 θ が噴射量検出時期 θ_Q に達した時点で、ステップ116からステップ117に進み、予め求めた比例定数 α をメモリから読み出し、この比例定数 α に差圧積算値 $\Sigma \Delta P(\theta)$ を乗算して燃料噴射量 Q を求め、本プログラムを終了する。

$$Q = \alpha \times \Sigma \Delta P(\theta)$$

尚、比例定数 α は、エンジン運転条件に応じて補正するようにしても良い。

【0057】以上説明した実施形態(2)の燃料噴射量検出処理では、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後の噴射量検出時期 θ_Q までの期間中に差圧 $\Delta P(\theta)$ を積算し、その差圧積算値 $\Sigma \Delta P(\theta)$ から燃料噴射量 Q を算出するので、筒内圧力センサ15の出力にノイズ等が重畳して差圧 $\Delta P(\theta)$ のデータが一時的にばらついていたとしても、その影響を小さく抑えて燃料噴射量 Q を精度良く算出することができる。

【0058】尚、着火時期 θ_f 以前のクランク角における差圧 $\Delta P(\theta)$ がほぼ0と見なせる場合は、ステップ113の処理を省略して、噴射量検出時期 θ_Q の算出後(ステップ109)、着火時期 θ_f を待たずに、差圧 $\Delta P(\theta)$ の積算処理(ステップ114, 115)を開始しても良い。

【0059】[実施形態(3)] 前記実施形態(1)では、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後のクランク角を噴射量検出時期 θ_Q としたが、本発明の実施形態

(3)では、図10に示すように、噴射量検出時期 θ_Q を着火時期によらず予め決めておいた着火時期以後の所定のクランク角とし、この噴射量検出時期 θ_Q における検出圧力 $P_k(\theta_Q)$ と基準圧力 $P_b(\theta_Q)$ との差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ から燃料噴射量 Q を算出するようにしている。

【0060】このようにすれば、噴射量検出時期 θ_Q を算出する必要がなくなるため、図5の燃料噴射量検出プログラムにおいて、ステップ109の処理を省略することができ、計算量を少なくすることができ、ECU19のCPU負荷を軽減することができる。尚、本発明は、検出した着火時期 θ_f のクランク角に所定のクランク角を加算して得られたクランク角を噴射量検出時期 θ_Q としても良い。

【0061】[実施形態(4)] 前記実施形態(2)では、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後までの差圧 $\Delta P(\theta)$ を積算したが、本発明の実施形態(4)では、図11に示すように、噴射量検出時期 θ_Q を着火時期によらず予め決めておいた着火時期以後の所定のクランク角とし、着火時期 θ_f からこの噴射量検出時期 θ_Q までの期間中に、所定のサンプリング間隔 $\Delta \theta$ 毎に差圧 $\Delta P(\theta)$ を積算し、その差圧積算値 $\Sigma \Delta P(\theta)$ から燃料噴射量 Q を算出するようにしている。

【0062】このようにすれば、図9の燃料噴射量検出プログラムにおいて、ステップ109の処理を省略することができ、計算量を少なくすることができる。尚、この場合も、検出した着火時期 θ_f のクランク角に所定のクランク角を加算して得られたクランク角を噴射量検出時期 θ_Q としても良い。

【0063】[実施形態(5)] 次に、本発明の実施形態(5)を図12及び図13に基づいて説明する。前記実施形態(1)では、噴射量検出時期 θ_Q における検出圧力 $P_k(\theta_Q)$ と基準圧力 $P_b(\theta_Q)$ との差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ から燃料噴射量を算出したが、本実施形態(5)では、図12に示すように、噴射量検出時期 θ_Q において、検出圧力 $P_k(\theta_Q)$ と基準圧力 $P_b(\theta_Q)$ との差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ の上昇率 $d \Delta P(\theta_Q) / d t$ を算出し、この差圧上昇率 $d \Delta P(\theta_Q) / d t$ から燃料噴射量 Q を算出するようにしている。

【0064】図13の実験結果に示すように、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後の噴射量検出時期 θ_Q における差圧上昇率 $d \Delta P(\theta_Q) / d t$ と燃料噴射量 Q との関係を直線(比例式)で近似することができ、燃料噴射量 Q を次式により簡単に算出することができる。

$$Q = \alpha \times d \Delta P(\theta_Q) / d t$$

上式において、 α は比例定数(直線の傾き)である。

尚、燃料噴射量 Q の検出精度を更に高めるために、差圧上昇率 $d \Delta P(\theta_Q) / d t$ と燃料噴射量 Q との関係を2次関数以上の高次関数(曲線)で近似するようにしても良い。

【0065】筒内圧力センサ15の出力特性にオフセット誤差が生じ、差圧 $\Delta P(\theta_Q)$ にオフセット誤差が含まれたとしても、差圧上昇率 $d \Delta P(\theta_Q) / d t$ を求めると、オフセット誤差をほぼキャンセルすることができるため、本実施形態(5)のように、差圧上昇率 $d \Delta P(\theta_Q) / d t$ から燃料噴射量を算出すれば、筒内圧力センサ15のオフセット誤差の影響を小さく抑えて燃料噴射量 Q を精度良く算出することができる。

【0066】[実施形態(6)] ところで、1サイクル内にエンジン出力発生のためのメイン噴射とそれに先立つパイロット噴射とを行う燃料噴射システムでは、上記実施形態(1)乃至(5)のいずれかの方法を用いてパイロット噴射の燃料噴射量を算出する場合に、メイン噴射燃料の着火後に前述した噴射量検出時期 θ_Q を設定したのでは、メイン噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受けてしまい、パイロット噴射の燃料噴射量を精度良く算出することができない。

【0067】この対策として、本発明の実施形態(6)では、上記実施形態(1)乃至(5)のいずれかの方法を用いてパイロット噴射の燃料噴射量 Q_p を算出する際に、図14に示すように、パイロット噴射量検出時期 θ_{Qp} をメイン噴射燃料の着火時期 θ_{fm} 又はそれ以前に設定し、メイン噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受け

ない差圧 $\Delta P(\theta Q_p)$ に基づいてパイロット噴射の燃料噴射量 Q_p を算出するようにしている。

【0068】このようにすれば、メイン噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受けずにパイロット噴射の燃料噴射量 Q_p を精度良く算出することができる。尚、メイン噴射量検出時期 θQ_m は、上記実施形態(1)乃至(5)のいずれかの方法で設定すれば良い。

【0069】[実施形態(7)] また、本発明の実施形態(7)では、1サイクル内に複数回(例えば3回)の燃料噴射を行うシステムにおいて、上記実施形態(1)乃至(5)のいずれかの方法を用いて燃料噴射量を算出する場合、図15に示すように、各噴射量検出時期 θQ を設定する。

【0070】具体的には、1回目の噴射量検出時期 θQ_1 を2回目の噴射燃料の着火時期 θf_2 又はそれ以前に設定し、2回目の噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受けない差圧 $\Delta P(\theta Q_1)$ に基づいて1回目の噴射の燃料噴射量 Q_1 を算出する。

【0071】同様に、2回目の噴射量検出時期 θQ_2 を3回目の噴射燃料の着火時期 θf_3 又はそれ以前に設定し、3回目の噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受けない差圧 $\Delta P(\theta Q_2)$ に基づいて、1回目の噴射の一部と2回目の噴射とを合わせた燃料噴射量 Q_2 を算出する。尚、3回目の噴射量検出時期 θQ_3 は、上記実施形態(1)～(5)のいずれかの方法で設定すれば良い。

【0072】一般に、1サイクル内に複数回の燃料噴射を行う場合は、N回目(Nは2以上の整数)の噴射燃料の着火時期又はそれ以前に、(N-1)回目の噴射量検出時期 θQ_{N-1} を設定すれば良く、これにより、N回目の*

$$\begin{aligned} P_t(\theta_1) \times \{V(\theta_1)\}^\gamma &= P_t(\theta_2) \times \{V(\theta_2)\}^\gamma \\ P_t(\theta_2) / P_t(\theta_1) &= \{V(\theta_1) / V(\theta_2)\}^\gamma \\ &= K \quad \dots (3) \end{aligned}$$

ここで、 $V(\theta)$ は筒内容積、 γ は比熱比、 K は $V(\theta)$ と γ から決まる定数である。

$$b = 1 / (K - 1) \times \{K \times P_s(\theta_1) - P_s(\theta_2)\} \quad \dots (4)$$

このオフセット誤差 b を筒内圧力センサ15の出力から減算すれば、筒内圧力センサ15の出力のオフセット誤差を補正することができる。

【0078】また、筒内圧力センサ15の出力特性は、使用条件、経時変化等により圧力変化に対するゲイン(出力感度)が変化することがあり(図17参照)、これによっても燃料噴射量の検出精度が低下する。このゲイン誤差は、次のようにして求めることができる。

【0079】ここで、ゲイン誤差を a 、算出クランク角 θ_0 におけるモータリング圧力の標準値を $P_{mt}(\theta_0)$ 、モータリング圧力の検出値を $P_{ms}(\theta_0)$ とすると、次式のように表すことができる。尚、モータリング圧力の標準値 $P_{mt}(\theta_0)$ は、算出クランク角 θ_0 における標準的なモータリング圧力であり、予め設計データに基づいて設定したり、或は、初期状態(劣化前)

*噴射燃料の燃焼による圧力上昇の影響を受けずに、(N-1)回目以前の噴射の燃料噴射量 Q_{N-1} を精度良く算出することができる。

【0073】尚、排気管に排ガス中の NO_x (窒素酸化物)を浄化する NO_x 触媒(図示せず)を設け、メイン噴射後の膨張行程でポスト噴射を行って NO_x 触媒に燃料(HC)を還元剤として供給するシステムでは、本実施形態(7)を適用することで、ポスト噴射燃料の燃焼量を検出することができ、この燃焼量を少なくするように、ポスト噴射時期を制御することで、 NO_x 浄化率を向上できる。

【0074】[実施形態(8)] 次に、本発明の実施形態(8)を図16乃至図19に基づいて説明する。筒内圧力センサ15は、温度等の使用条件によって出力特性にオフセット誤差が生じることがあり[図16(a)参照]、これが燃料噴射量の検出精度を低下させる原因となる。このオフセット誤差は次のようにして求めることができる。

【0075】ここで、オフセット誤差を b 、着火前のクランク角 θ_1 、 θ_2 (但し、 $\theta_1 < \theta_2 < \theta_0$)における検出圧力をそれぞれ $P_s(\theta_1)$ 、 $P_s(\theta_2)$ 、真の筒内圧力をそれぞれ $P_t(\theta_1)$ 、 $P_t(\theta_2)$ とすると、次式のように表すことができる。

$$P_s(\theta_1) = P_t(\theta_1) + b \quad \dots (1)$$

$$P_s(\theta_2) = P_t(\theta_2) + b \quad \dots (2)$$

【0076】また、クランク角 θ_1 から θ_2 までの筒内空気の状態変化を断熱変化と仮定すると、次式のように表すことができる。

※【0077】上記(1)～(3)式を解くと、オフセット誤差 b は次式により算出することができる。

の筒内圧力センサ15で検出したモータリング圧力を用いるようにしても良い。

$$P_{ms}(\theta_0) = a \times P_{mt}(\theta_0)$$

【0080】従って、ゲイン誤差 a は次式により算出することができる。

$$a = P_{ms}(\theta_0) / P_{mt}(\theta_0) \quad \dots (5)$$

このゲイン誤差 a で筒内圧力センサ15の出力を割り算することで、筒内圧力センサ15の出力をゲイン誤差を補正することができる。尚、モータリング圧力の検出値 $P_{ms}(\theta_0)$ は、エンジン回転数等のエンジン運転条件によって変化するため、標準値 $P_{mt}(\theta_0)$ をエンジン運転条件毎に設定して、その時のエンジン運転条件に応じた標準値 $P_{mt}(\theta_0)$ を選択するようにしても良い。

【0081】本実施形態(8)では、ECU19は、図

18及び図19に示す燃料噴射量検出プログラムを実行することで、上記(4)、(5)式を用いて筒内圧力センサ15の出力特性のオフセット誤差及びゲイン誤差を補正するオフセット誤差補正手段及びゲイン誤差補正手段として機能すると共に、オフセット誤差及びゲイン誤差を補正した差圧を用いて燃料噴射量の算出を行う。

【0082】図18及び図19の燃料噴射量検出プログラムは、所定時間毎又は所定クランク角毎に実行される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ301で、モータリング圧力 $P_m(\theta)$ の波形を更新する。これにより、筒内圧力センサ15の出力特性の経時変化に対応してモータリング圧力 $P_m(\theta)$ が更新される。尚、モータリング圧力 $P_m(\theta)$ の更新は、前記実施形態(1)と同じく、燃料噴射カット中に所定の運転条件が成立した時に、1サイクル分だけ筒内圧力センサ15の出力を読み込み、ECU19の不揮発性メモリに記憶されたモータリング圧力 $P_m(\theta)$ の記憶データを更新する。

【0083】この後、ステップ302で、ECU19の不揮発性メモリに記憶されたモータリング圧力 $P_m(\theta_1)$ 、 $P_m(\theta_2)$ を読み出し、モータリング圧力 $P_m(\theta)$ のオフセット誤差 b_m を次式により算出する。

$$b_m = 1 / (K - 1) \times \{ K \times P_m(\theta_1) - P_m(\theta_2) \}$$

【0084】次のステップ303で、このオフセット誤差 b_m を用いてモータリング圧力 $P_m(\theta)$ のオフセット誤差を次式により補正する。

$$P_m'(\theta) = P_m(\theta) - b_m$$

このようにして求められたオフセット誤差補正後のモータリング圧力 $P_m'(\theta)$ は、本プログラムが終了するまでECU19のRAM等のメモリに一時的に記憶しておく。

【0085】この後、クランク角 θ がクランク角 θ_1 となった時に、検出圧力 $P_k(\theta_1)$ を検出し、その後、クランク角 θ がクランク角 θ_2 となった時に、検出圧力 $P_k(\theta_2)$ を検出し、検出圧力 $P_k(\theta)$ のオフセット誤差 b_k を次式により算出する(ステップ304~308)。

$$b_k = 1 / (K - 1) \times \{ K \times P_k(\theta_1) - P_k(\theta_2) \}$$

【0086】この後、クランク角 θ が算出クランク角 θ_0 となった時に、図19のステップ309からステップ310に進み、算出クランク角 θ_0 におけるオフセット誤差補正後のモータリング圧力 $P_m'(\theta_0)$ と、算出クランク角 θ_0 におけるモータリング圧力の標準値 $P_{mt}(\theta_0)$ とをECU19の不揮発性メモリから読み出し、ゲイン誤差 a を次式により算出する。

$$a = P_m'(\theta_0) / P_{mt}(\theta_0)$$

【0087】次のステップ311で、オフセット誤差 b_k を用いて検出圧力 $P_k(\theta_0)$ のオフセット誤差を次

式により補正する。

$$P_k'(\theta_0) = P_k(\theta_0) - b_k$$

【0088】この後、ステップ312で、オフセット誤差補正後の検出圧力 $P_k'(\theta_0)$ とオフセット誤差補正後のモータリング圧力 $P_m'(\theta_0)$ との圧力比 H' を次式により算出する。

$$H' = P_k'(\theta_0) / P_m'(\theta_0)$$

この後、ステップ313に進み、噴射量検出時期 θ_Q を算出する。算出方法は、前記実施形態(1)と同じく、着火時期 θ_f から所定時間 t_0 経過後に相当するクランク角 θ_Q を算出する。

【0089】この後、クランク角 θ が噴射量検出時期 θ_Q となった時に、ステップ314からステップ315に進み、オフセット誤差 b_k を用いて検出圧力 $P_k(\theta_Q)$ のオフセット誤差を次式により補正する。

$$P_k'(\theta_Q) = P_k(\theta_Q) - b_k$$

【0090】次のステップ316で、オフセット誤差補正後の基準圧力 $P_b'(\theta_Q)$ を次式により算出する。

$$P_b'(\theta_Q) = H' \times P_m'(\theta_Q)$$

【0091】次のステップ317で、ゲイン誤差 a を用いて、オフセット誤差補正後の検出圧力 $P_k'(\theta_Q)$ と基準圧力 $P_b'(\theta_Q)$ との差圧 $\Delta P'(\theta_Q)$ のゲイン誤差を次式により補正する。

$$\Delta P'(\theta_Q) = 1 / a \times \{ P_k'(\theta_Q) - P_b'(\theta_Q) \}$$

このようにして算出された差圧 $\Delta P'(\theta_Q)$ は、オフセット誤差とゲイン誤差の両方が補正された値となる。

【0092】この後、ステップ318で、補正後の差圧 $\Delta P'(\theta_Q)$ に比例定数 α を乗算して燃料噴射量 Q を求め、本プログラムを終了する。

$$Q = \alpha \times \Delta P'(\theta_Q)$$

【0093】以上説明した実施形態(8)では、使用条件や経時変化によって筒内圧力センサ15の出力にオフセット誤差やゲイン誤差が発生しても、そのオフセット誤差やゲイン誤差を求めて、検出圧力、モータリング圧力及び差圧を補正するので、筒内圧力センサ15の出力のオフセット誤差やゲイン誤差を取り除いたデータを用いて燃料噴射量を算出することができ、より高精度な燃料噴射量検出が可能である。

【0094】尚、上記実施形態(8)では、一点のクランク角 θ_0 におけるモータリング圧力の標準値 $P_{mt}(\theta_0)$ を記憶しておき、一点のクランク角 θ_0 でゲイン誤差 a を求めたが、モータリング圧力の標準値 $P_{mt}(\theta)$ の波形を記憶しておき、2点以上のクランク角でゲイン誤差を求め、それらの平均値をゲイン誤差として用いるようにしても良い。

【0095】また、上記実施形態(8)では、検出圧力とモータリング圧力の両方のオフセット誤差を補正した後、オフセット誤差補正後の検出圧力と基準圧力との差圧のゲイン誤差を補正するようにしたが、これとは反対

に、ゲイン誤差を補正してから、オフセット誤差を補正するようにしても良く、また、筒内圧力センサ 15 の出力を読み込む段階で、オフセット誤差とゲイン誤差の両方を補正するようにしても良く、要は、差圧を用いて燃料噴射量を算出するまでに、オフセット誤差とゲイン誤差を補正すれば良い。或は、オフセット誤差とゲイン誤差のいずれか一方のみを補正するようにしても良い。

【0096】【実施形態(9)】筒内圧力センサ 15 の出力特性にゲイン誤差が生じている場合には、差圧 ΔP や検出圧力 P_k にもそれぞれ同じゲイン誤差が含まれるので、差圧 ΔP を検出圧力 P_k で除算すれば、ゲイン誤差をほぼキャンセルすることができる。

【0097】この点に着目して、本発明の実施形態

(9) は、上記各実施形態(1)～(7)において、差圧 ΔP の代わりに、差圧 ΔP を着火前のクランク角 θZ における検出圧力 P_k (θZ) で除算して無次元化した値 $\Delta P/P_k$ (θZ) を用いる。このようにすれば、ゲイン誤差の大きい筒内圧力センサ 15 を用いた場合でも、ゲイン誤差をほぼキャンセルした無次元データに基づいて燃料噴射量を精度良く算出することができる。

【0098】尚、上記各実施形態では、モータリング圧力 P_m を所定時間 T_1 経過毎に更新するようにしたが、所定走行距離経過毎に更新するようにしても良い。また、筒内圧力センサ 15 は、燃料噴射弁 12 やグローブラグ(図示せず)と一体型のものを用いるようにしても良い。

【0099】また、上記各実施形態では、筒内圧力センサ 15 が設けられた代表気筒について燃料噴射量の検出を行うようにしたが、筒内圧力センサ 15 を全気筒に設けて、各気筒毎に燃料噴射量検出プログラムを実行して、各気筒毎に燃料噴射量を検出するようにしても良い。

【0100】また、上記各実施形態では、本発明をコモンレール式の噴射システムをもつ 4 気筒のディーゼルエンジンに適用したが、コモンレール式以外の噴射システムのディーゼルエンジンや 4 気筒以外のディーゼルエンジンに本発明を適用しても良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態(1)におけるシステム全体の概略構成を示す図である。

【図 2】検出圧力と基準圧力とモータリング圧力の波形を示す図である。

【図 3】実施形態(1)の燃料噴射量の算出方法を説明するための図である。

【図 4】差圧と燃料噴射量との関係を示す図である。

【図 5】実施形態(1)の燃料噴射量検出プログラムの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 6】実施形態(1)と比較例について検出圧力と基準圧力の特性を説明する図で、(a)はエンジン低負荷時の図、(b)はエンジン高負荷時の図である。

【図 7】実施形態(2)の燃料噴射量の算出方法を説明するための図である。

【図 8】差圧積算値と燃料噴射量との関係を示す図である。

【図 9】実施形態(2)の燃料噴射量検出プログラムの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 10】実施形態(3)の燃料噴射量の算出方法を説明するための図である。

【図 11】実施形態(4)の燃料噴射量の算出方法を説明するための図である。

【図 12】実施形態(5)の燃料噴射量の算出方法を説明するための図である。

【図 13】差圧上昇率と燃料噴射量との関係を示す図である。

【図 14】実施形態(6)のパイロット噴射の燃料噴射量の算出方法を説明するための図である。

【図 15】実施形態(7)の 1 サイクル内に複数回の燃料噴射を行うシステムで燃料噴射量を算出する方法を説明するための図である。

【図 16】(a)はオフセット誤差補正前の筒内圧力センサの出力特性を示す図、(b)はオフセット誤差補正後の筒内圧力センサの出力特性を示す図である。

【図 17】筒内圧力センサの出力特性のゲイン誤差について説明するための図である。

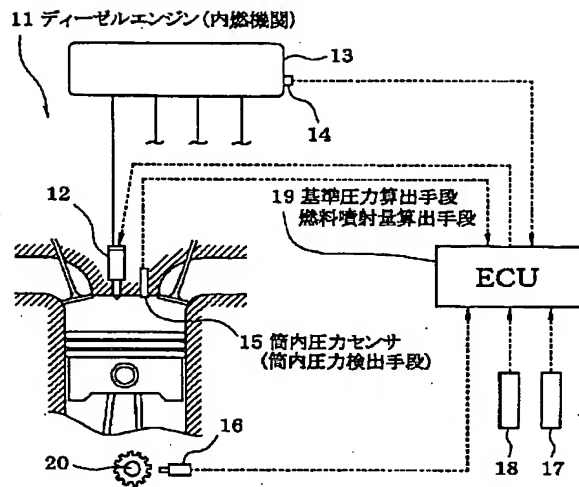
【図 18】実施形態(8)の燃料噴射量検出プログラムの処理の流れを示すフローチャート(その 1)である。

【図 19】実施形態(8)の燃料噴射量検出プログラムの処理の流れを示すフローチャート(その 2)である。

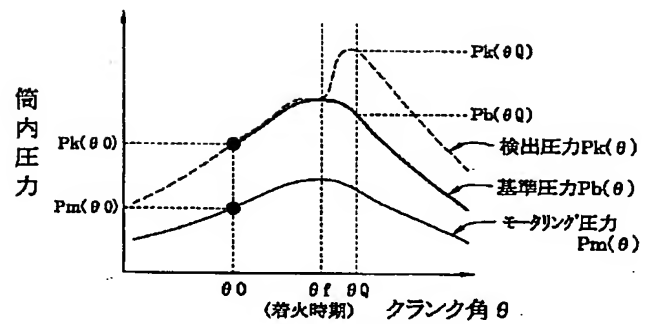
【符号の説明】

11…ディーゼルエンジン(内燃機関)、12…燃料噴射弁、15…筒内圧力センサ(筒内圧力検出手段)、16…クランク角センサ、19…ECU(基準圧力算出手段、燃料噴射量算出手段、オフセット誤差補正手段、ゲイン誤差補正手段)。

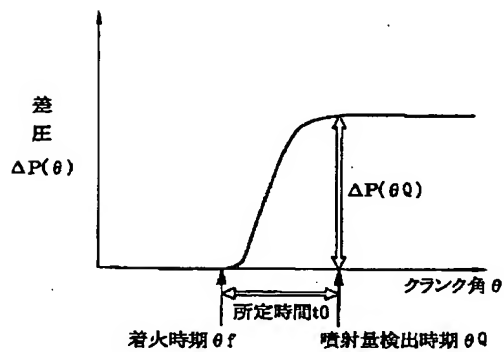
【図 1】



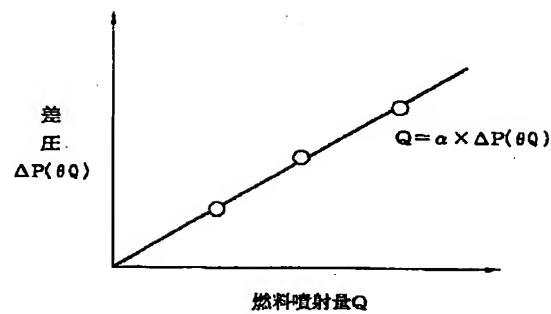
【図 2】



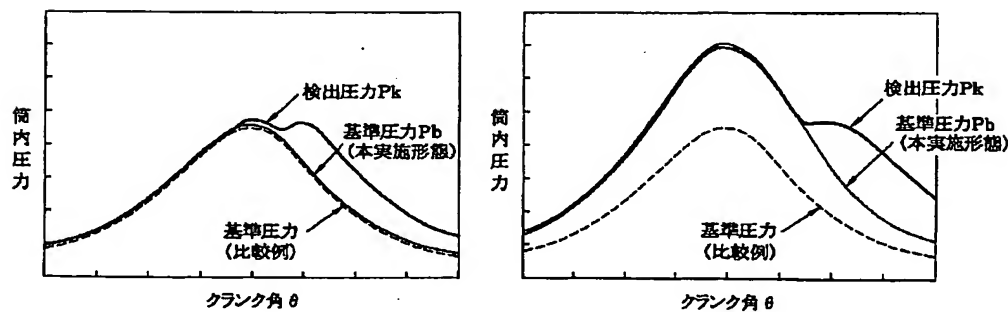
【図 3】



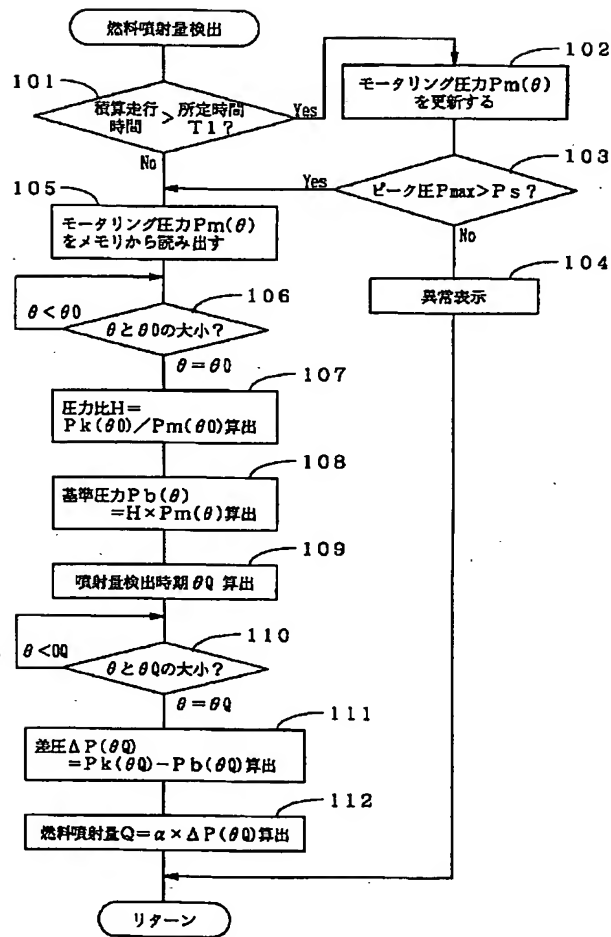
【図 4】



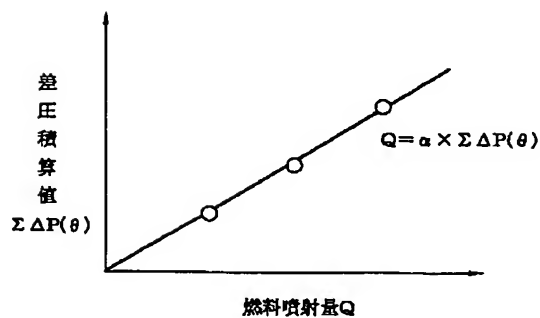
【図 6】



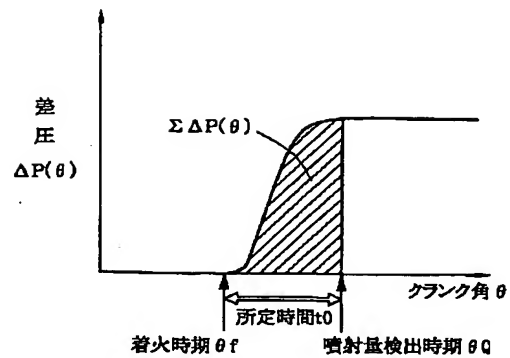
【図 5】



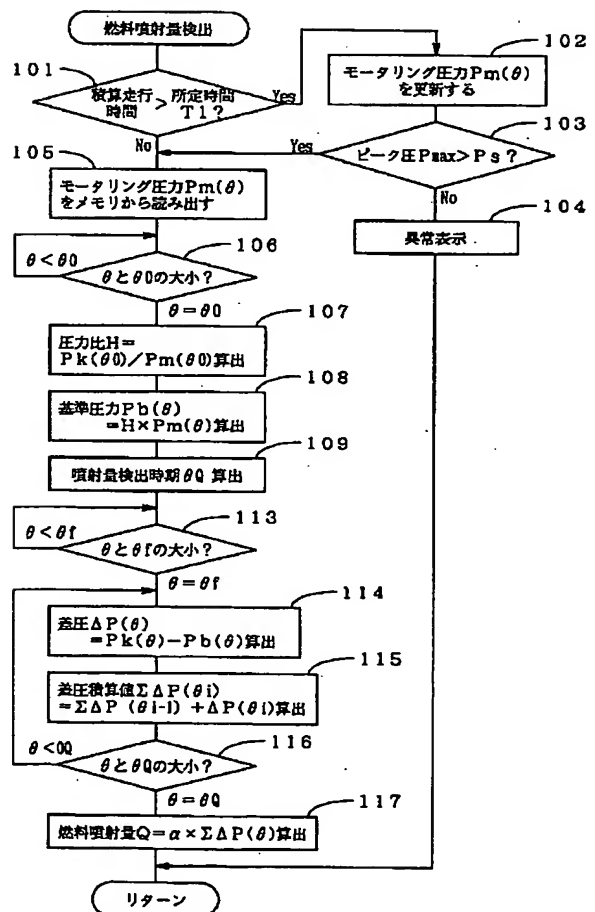
【図 8】



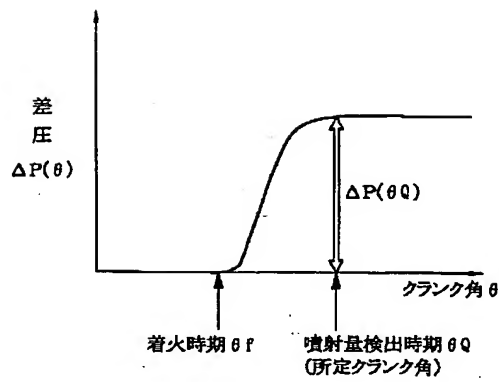
【図 7】



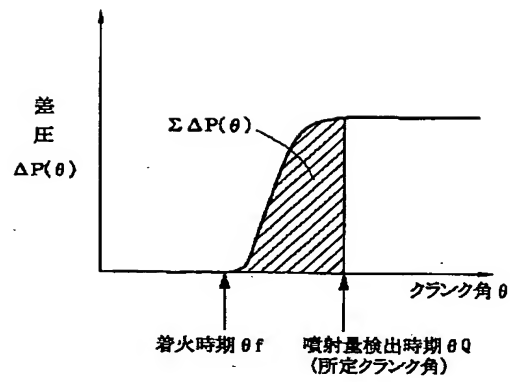
【図 9】



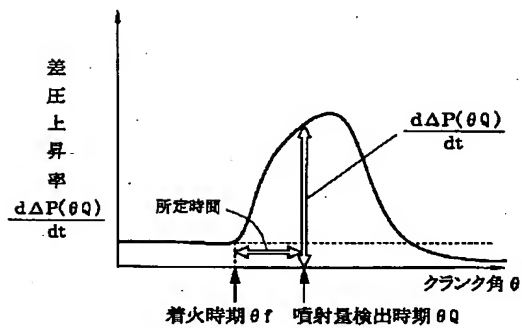
【図10】



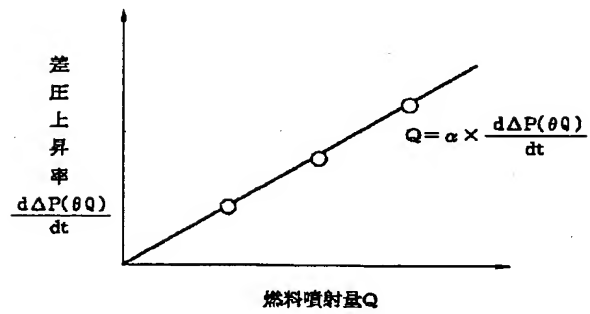
【図11】



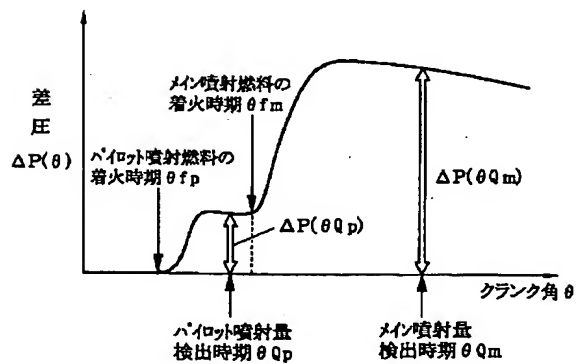
【図12】



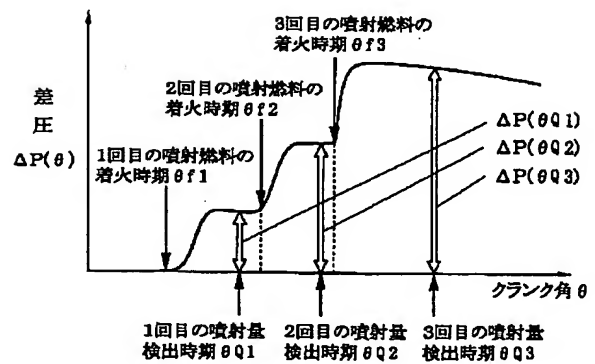
【図13】



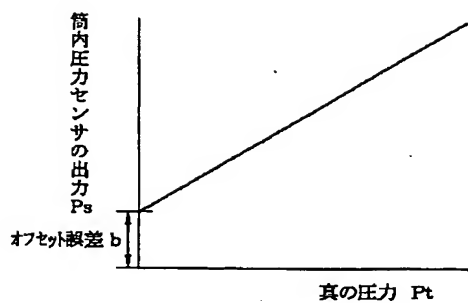
【図14】



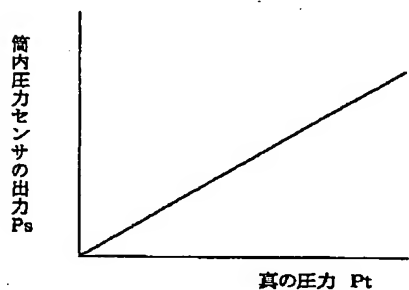
【図15】



【図16】

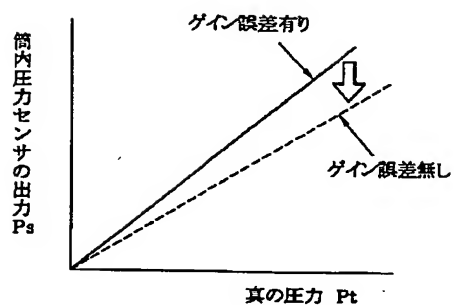


(a) オフセット誤差補正前

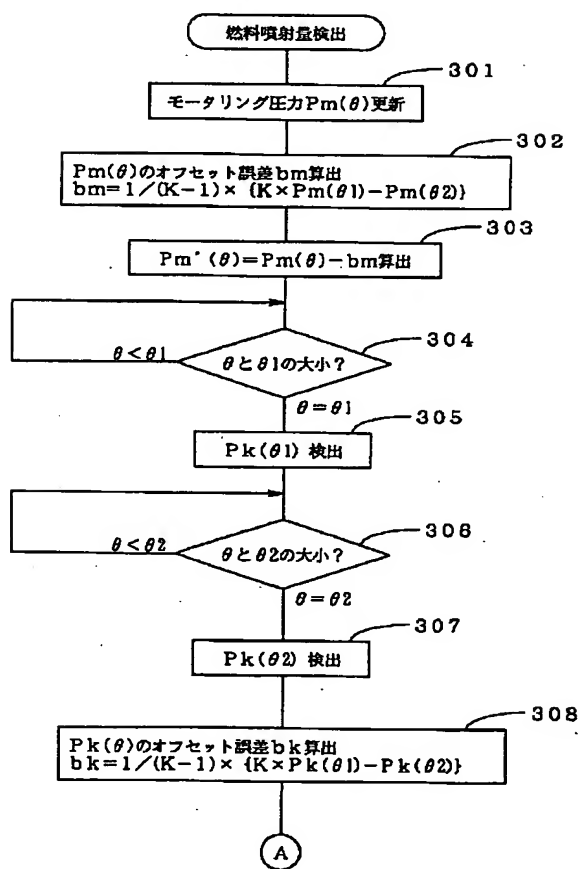


(b) オフセット誤差補正後

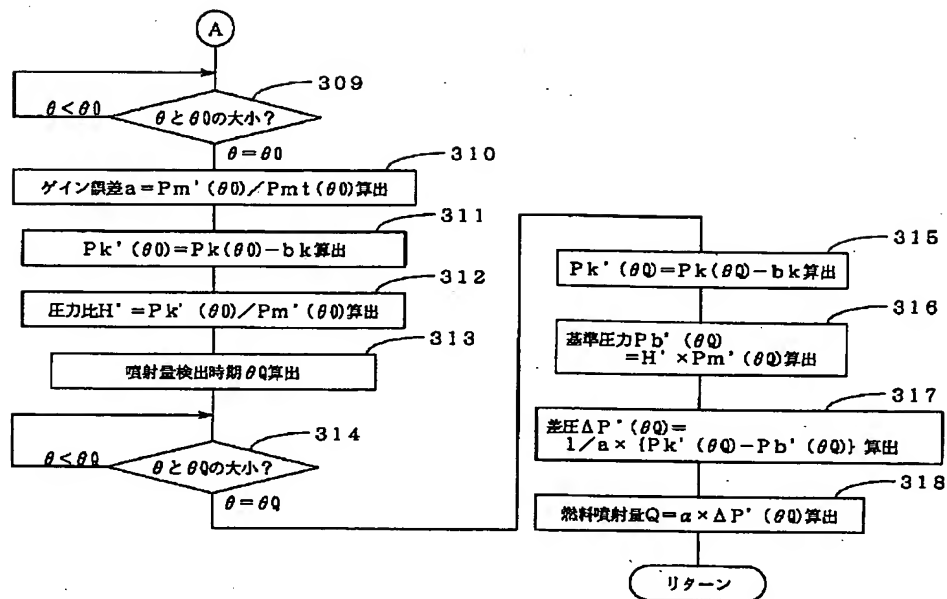
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 兼仁
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 小島 大輔
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

Fターム(参考) 3G084 AA01 BA33 CA00 DA04 DA13
EA05 EA06 EA07 EB06 EB12
EB22 EB24 EC04 FA13 FA21
FA38
3G301 HA02 JA19 JA20 JB10 KA26
MA24 NA04 NA08 NC01 NC08
ND02 PB03Z PC01Z PE03Z

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine which detects an internal combustion engine's cylinder internal pressure with a cylinder internal pressure detection means, and detects fuel oil consumption based on the detection value It is based on the cylinder internal pressure at the time of un-burning [which was detected in the past with said cylinder internal pressure detection means] (henceforth a "motoring pressure"). A reference pressure calculation means to compute the pressure (henceforth "reference pressure") of the current air in a cylinder except the pressure buildup by combustion, Fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine characterized by having an injection-quantity calculation means to compute fuel oil consumption based on the current cylinder internal pressure (henceforth the "detection pressure force") and said reference pressure detected with said cylinder internal pressure detection means.

[Claim 2] Said cylinder internal pressure detection means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by detecting the cylinder internal pressure at the time of a fuel-injection cut as said motoring pressure.

[Claim 3] Said reference pressure calculation means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by computing said reference pressure by carrying out the multiplication of the multiplier for which it asked from the pressure ratio of said detection pressure force and said motoring pressure to said motoring pressure.

[Claim 4] Said reference pressure calculation means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 3 characterized by computing said pressure ratio by the crank angle of at least one point before fuel ignition.

[Claim 5] Fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 4 characterized by having an offset error amendment means by which compute the offset error of the output characteristics of said cylinder internal pressure detection means based on two or more detection pressure force detected by two or more crank angles with said cylinder internal pressure detection means, and only the part of this offset error amends the output characteristics of said cylinder internal pressure detection means.

[Claim 6] Fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 5 characterized by having a renewal means of a motoring pressure to detect said motoring pressure with said cylinder internal pressure detection means under predetermined conditions for every fuel-injection cut, and to update the storage value of this motoring pressure.

[Claim 7] Fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 6 characterized by having a gain error correction means by which search for the gain error of the output characteristics of said cylinder internal pressure detection means by measuring with that certified value said motoring pressure detected by the crank angle of at least one point with said cylinder internal pressure detection means, and only the part of this gain error amends the output characteristics of said cylinder internal pressure detection means.

[Claim 8] Said injection-quantity calculation means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 7 characterized by computing fuel oil consumption based on the differential pressure of said detection pressure force after predetermined time progress, and said reference pressure from the ignition stage of a fuel.

[Claim 9] Said injection-quantity calculation means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 7 characterized by integrating the differential pressure of said detection pressure force and said reference pressure from the ignition stage of a fuel to after predetermined time progress a predetermined period, and computing fuel oil consumption based on the addition value.

[Claim 10] Said injection-quantity calculation means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 7 characterized by computing fuel oil consumption based on the differential pressure of said detection pressure force in a predetermined crank angle, and said reference pressure.

[Claim 11] Said injection-quantity calculation means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 7 characterized by integrating the differential pressure of said detection pressure force and said reference pressure from the ignition stage of a fuel to a predetermined crank angle a predetermined period, and computing fuel oil consumption based on the addition value.

[Claim 12] Said injection-quantity calculation means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 7 characterized by computing fuel oil consumption based on the R/C of the differential pressure of said detection pressure force after predetermined time progress, and said reference pressure from the ignition stage of a fuel.

[Claim 13] It is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 12 which has the fuel injection equipment which performs the Maine injection for engine output generating, and pilot injection before it in 1 cycle, and is characterized by said injection-quantity calculation means computing the fuel oil consumption of said pilot injection based on the ignition stage of said Maine injection fuel, or the differential pressure of said detection pressure force in it or before, and said reference pressure.

[Claim 14] It is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 12 which has the fuel injection equipment which performs fuel injection of multiple times in 1 cycle, and is characterized by said injection-quantity calculation means computing the fuel oil consumption of injection of time (N-1) before based on the ignition stage of the injection fuel of eye N time (N is two or more integers), or the differential pressure of said detection pressure force in it or before, and said reference pressure.

[Claim 15] Said injection-quantity calculation means is fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine according to claim 1 to 14 characterized by ****(ing) and forming into a-less dimension differential pressure of said detection pressure force to which it uses at the time of calculation of fuel oil consumption, and said reference pressure by said detection pressure force before ignition, and computing fuel oil consumption based on the value.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine which detects an internal combustion engine's (engine) cylinder internal pressure, and detects fuel oil consumption from the detection pressure force.

[0002]

[Description of the Prior Art] Engine fuel oil consumption is a control parameter which has direct effect on engine power, fuel consumption, and emission. Generally, fuel oil consumption changes with solid-state differences, aging, etc. of a fuel injection equipment, especially by the diesel power plant which carries out high-pressure injection of the fuel, tends to be influenced of the solid-state difference of a fuel injection equipment, aging, etc., and has the inclination for fuel oil consumption to tend to change. Furthermore, when performing fuel injection of multiple times in the same cycle, the effect which change of fuel oil consumption has on engine power, fuel consumption, and emission is large. Therefore, in order to improve engine power, fuel consumption, and emission, it is necessary to control fuel oil consumption to a precision.

[0003] Then, if a fuel burns by the diesel power plant as shown in JP,10-184420,A, actual fuel oil consumption is detected by a cylinder internal pressure sensor detecting cylinder internal pressure, and detecting the amount of pressure buildups by combustion from this detection value paying attention to the property which the firing pressure according to fuel oil consumption generates, and the technique of adjusting an injection parameter so that this fuel oil consumption may be made in agreement with target fuel oil consumption is examined.

[0004] However, the compression ratio of a diesel power plant is large, and in order to inhale a lot of air in a cylinder, the compression pressure (henceforth "reference pressure") of the air in a cylinder becomes large relatively compared with the amount of pressure buildups by combustion. For this reason, unless it removes reference pressure from the detection value of cylinder internal pressure, the amount of pressure buildups by combustion is undetectable with a sufficient precision.

[0005] Then, the thing of the above-mentioned official report subtracts reference pressure from the cylinder internal pressure detected when pilot injection was stopped, the cylinder internal pressure at that time was detected as reference pressure and pilot injection was performed during engine operation, and calculates the amount of pressure buildups by combustion of a pilot injection fuel, and he is trying to compute the fuel oil consumption of pilot injection from this amount of pressure buildups in the fuel-injection system which performs pilot injection in advance of the Maine injection for engine-power generating.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, reference pressure changes with engine operation conditions etc. rather than is fixed, and has especially the inclination for the change to become large, with an engine with a supercharger. Therefore, in order to calculate the amount of pressure buildups by combustion correctly, it is necessary to subtract the reference pressure according to the engine operation conditions at that time from the detected cylinder internal pressure.

[0007] However, with the technique of the above-mentioned official report, in case reference pressure is detected during engine operation, in order to have to stop pilot injection and to detect the

reference pressure according to engine operation conditions, whenever engine operation conditions change, pilot injection must be stopped, and there is a fault that engine power becomes unstable under the effect, and drivability gets worse.

[0008] Although the reference pressure according to the engine operation conditions at that time can be beforehand obtained from memory, without stopping pilot injection if it memorizes [by the design stage] in memory on the map etc. in quest of the reference pressure in each crank angle by count for every engine operation conditions, it is difficult to memorize beforehand in quest of all those reference pressure to all the engine operation conditions that change every moment by count as a matter of fact. And it is necessary to memorize a vast quantity of data about the reference pressure for every engine operation conditions, and mass memory is needed and there is also a fault which carries out a cost rise.

[0009] This invention is made in consideration of such a situation, therefore even if that purpose calculates beforehand the reference pressure for every engine operation conditions and does not memorize it on a map etc., without causing aggravation of drivability during engine operation, it can ask for the reference pressure according to engine operation conditions easily, and is to offer the fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine which can detect fuel oil consumption with a sufficient precision from the detection value of cylinder internal pressure using this reference pressure.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the fuel-oil-consumption detection equipment of the internal combustion engine of claim 1 of this invention It is based on the cylinder internal pressure at the time of un-burning [which was detected in the past with the cylinder internal pressure detection means] (henceforth a "motoring pressure"). The pressure (henceforth "reference pressure") of the current air in a cylinder except the pressure buildup by combustion is computed with a reference pressure calculation means, and fuel oil consumption is computed with an injection-quantity calculation means based on the current cylinder internal pressure (henceforth the "detection pressure force") and the reference pressure which were detected with the cylinder internal pressure detection means.

[0011] In this case, a motoring pressure is the cylinder internal pressure at the time of un-burning in some engine operation conditions, i.e., the compression pressure of the air in a cylinder except the pressure buildup by combustion. Therefore, since a motoring pressure is equivalent to the reference pressure in the engine operation conditions when detecting it, it can compute the reference pressure in the present engine operation conditions by using a motoring pressure as base data from the relation between the engine operation conditions at the time of motoring pressure detection, and the present engine operation conditions. For this reason, in this invention, even if it calculates beforehand the reference pressure for every engine operation conditions and does not memorize on a map etc., during engine operation, the reference pressure according to the engine operation conditions at that time can be computed easily, and fuel oil consumption can be computed with a sufficient precision from the comparison with this reference pressure and the detection pressure force. And since it is not necessary to stop fuel injection in case it asks for the reference pressure for every engine operation conditions, aggravation of drivability is avoidable. Furthermore, since it is not necessary to memorize a vast quantity of data about the reference pressure for every engine operation conditions, mass memory is not needed but-izing can be carried out [low cost] that much. Since a cylinder internal pressure detection means detects the motoring pressure used as the base data at the time of moreover computing reference pressure during engine operation, it can also cope with the difference in the motoring pressure characteristics by the individual difference of each engine.

[0012] Here, since the inside of a cylinder will be in the condition of not burning, the fuel-injection cut carried out at the time of car moderation and high rotation etc. is good like claim 2 for a cylinder internal pressure detection means to detect the cylinder internal pressure at the time of a fuel-injection cut as a motoring pressure. If it does in this way, it is not necessary to make specially the condition for detection of a motoring pressure of not burning, and a motoring pressure can be detected during engine operation using the fuel-injection cuts at the time of car moderation etc., without spoiling drivability.

[0013] Moreover, it is good to compute reference pressure by carrying out the multiplication of the multiplier for which it asked from the pressure ratio of the detection pressure force and a motoring pressure to a motoring pressure like claim 3. That is, the pressure ratio of the detection pressure force and motoring pressure (detection pressure force at the time of motoring pressure detection) in current engine operation conditions serves as a leading parameter which presumes the pressure ratio of the reference pressure in current engine operation conditions, and the reference pressure at the time of motoring pressure detection from a motoring pressure being detection pressure force (= reference pressure at the time of motoring pressure detection) in the engine operation conditions at the time of motoring pressure detection. Therefore, if the multiplication of the multiplier for which it asked from this pressure ratio is carried out to a motoring pressure (= reference pressure at the time of motoring pressure detection), the reference pressure in the present engine operation conditions is easily computable.

[0014] In this case, it is good like claim 4 to compute the pressure ratio of the detection pressure force and a motoring pressure in the crank angle of at least one point before fuel ignition. Since the rise of the cylinder internal pressure by combustion will not arise if it is before fuel ignition as shown in drawing 2, the detection pressure force and reference pressure are mostly in agreement. Therefore, if a pressure ratio is computed before fuel ignition, the pressure ratio which is not influenced at all of the pressure buildup by combustion can be computed, and reference pressure can be computed with a sufficient precision also by the crank angle after fuel ignition.

[0015] By the way, the cylinder internal pressure sensor used as a cylinder internal pressure detection means becomes the cause by which an offset error may arise in output characteristics according to service conditions, such as temperature, and this reduces the detection precision of fuel oil consumption.

[0016] Based on two or more detection pressure force detected by two or more crank angles with the cylinder internal pressure detection means, the offset error of the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means is computed, and you may make it only the part of this offset error amend the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means like claim 5 as this cure. When doing in this way, even if the offset error arose in the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means, fuel oil consumption is computable with a sufficient precision using the correction value which eliminated the offset error from the output of a cylinder internal pressure detection means.

[0017] Moreover, it is good for a cylinder internal pressure detection means to detect a motoring pressure under predetermined conditions for every fuel-injection cut, and to update the storage value of this motoring pressure like claim 6. When doing in this way, even if an internal combustion engine's property and the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means carried out aging, based on the newest motoring pressure updated according to the aging, reference pressure can be computed with a sufficient precision, and the fall of the detection precision of the fuel oil consumption by aging can be prevented.

[0018] Moreover, as for the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means, the gain (output sensibility) over pressure variation may change with a service condition, aging, etc. The gain error of the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means is searched for by measuring with that certified value the motoring pressure detected by the crank angle of at least one point with the cylinder internal pressure detection means, and you may make it only the part of this gain error amend the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means like claim 7 as this cure. When doing in this way, even if the gain error arose in the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means, fuel oil consumption is computable with a sufficient precision using the correction value which eliminated the gain error from the output of a cylinder internal pressure detection means.

[0019] By the way, although you may make it the calculation approach of fuel oil consumption compute fuel oil consumption based on the ratio of the detection pressure force for example, after fuel ignition, and reference pressure, you may make it compute fuel oil consumption like claim 8 based on the differential pressure of the detection pressure force and reference pressure after predetermined time progress from the ignition stage of a fuel. Since the differential pressure of the detection pressure force and reference pressure after fuel ignition is equivalent to a part for the

pressure buildup by combustion, it can compute fuel oil consumption with a sufficient precision from this differential pressure. And since it asks for differential pressure after predetermined time progress from an ignition stage, it cannot be based on an engine speed, but burn time until it detects differential pressure from an ignition stage can always be made regularly, and it becomes detectable [the highly precise fuel oil consumption which is not influenced of an engine speed].

[0020] Furthermore, the differential pressure of the detection pressure force from the ignition stage of a fuel to after predetermined time progress and reference pressure is integrated a predetermined period, and you may make it compute fuel oil consumption like claim 9 based on the addition value. If it does in this way, even if a noise etc. is overlapped on the output of a cylinder internal pressure detection means and differential pressure data vary temporarily, the effect can be suppressed small and fuel oil consumption can be computed with a sufficient precision.

[0021] Or you may make it compute fuel oil consumption like claim 10 based on the differential pressure of the detection pressure force and reference pressure in a predetermined crank angle. If it does in this way, since it will become unnecessary to compute the timing (crank angle) which asks for differential pressure, a fuel-oil-consumption calculation program can be simplified and computational complexity (CPU load) can be lessened.

[0022] Furthermore, the differential pressure of the detection pressure force from the ignition stage of a fuel to a predetermined crank angle and reference pressure is integrated a predetermined period, and you may make it compute fuel oil consumption like claim 11 based on the addition value. Also in this case, the effect of dispersion in the differential pressure data based on a noise etc. can be suppressed small, and fuel oil consumption can be computed with a sufficient precision.

[0023] Moreover, you may make it compute fuel oil consumption like claim 12 based on the R/C of the differential pressure of the detection pressure force and reference pressure after predetermined time progress from the ignition stage of a fuel. When an offset error arises in the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means, an offset error is contained also in differential pressure data, but an offset error is mostly cancellable if it asks for the R/C of differential pressure. Therefore, if fuel oil consumption is computed from the R/C of differential pressure, the effect of an offset error can be suppressed small and fuel oil consumption can be computed with a sufficient precision.

[0024] By the way, by the fuel-injection system which performs the Maine injection for engine power generating in 1 cycle, and pilot injection before it, in case the fuel oil consumption of pilot injection is computed, in having used the differential pressure after ignition of the Maine injection fuel, it will be influenced of the pressure buildup by combustion of the Maine injection fuel.

[0025] Therefore, when computing the fuel oil consumption of pilot injection, it is good like claim 13 to compute the fuel oil consumption of pilot injection based on the ignition stage of the Maine injection fuel, or the differential pressure of the detection pressure force and reference pressure in it or before. If it does in this way, the fuel oil consumption of pilot injection is computable with a sufficient precision using the differential pressure (the amount of pressure buildups only by the fuel combustion at the time of pilot injection) which is not influenced of the pressure buildup by combustion of the Maine injection fuel.

[0026] Moreover, like claim 14, when performing fuel injection of multiple times in 1 cycle, it is good to compute the fuel oil consumption of injection of time (N-1) before based on the ignition stage of the injection fuel of eye N time (N is two or more integers), or the differential pressure of the detection pressure force and reference pressure in it or before. If it does in this way, based on the differential pressure which is not influenced of the pressure buildup by combustion of the injection fuel of eye N time, the fuel oil consumption of injection of time (N-1) before is computable with a sufficient precision.

[0027] Moreover, differential pressure of the detection pressure force and reference pressure which are used at the time of calculation of fuel oil consumption may be ****(ed) and formed into a-less dimension by the detection pressure force before ignition like claim 15, and fuel oil consumption may be computed based on the value. Since the respectively same gain error is included in the differential pressure and the detection pressure force of the detection pressure force and reference pressure when the gain error is included in the output characteristics of a cylinder internal pressure detection means, if it **** by the detection pressure force before lighting differential pressure, a gain

error can be canceled mostly and fuel oil consumption can be computed with a sufficient precision from this value.

[0028]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt (1) which applied this invention to the diesel power plant of a 4-cylinder is explained based on drawing 1 thru/or drawing 6 below [an operation gestalt (1)].

[0029] First, the configuration of the whole engine control system is explained based on drawing 1. The fuel injection valve 12 of a solenoid-valve type is attached in each gas column of the diesel power plant 11 which is an internal combustion engine, and the fuel ****(ed) by high pressure from high pressure pumping (not shown) is distributed to it through a common rail 13 at each fuel injection valve 12. The fuel-pressure sensor 14 which detects the pressure (common rail fuel pressure) of the fuel distributed to a fuel injection valve 12 is attached in this common rail 13. Moreover, the cylinder internal pressure sensor 15 (cylinder internal pressure detection means) which detects cylinder internal pressure is attached in one representation gas column of a diesel power plant 11.

[0030] Furthermore, near the crankshaft 20 of an engine 11, the crank angle sensor 16 which outputs a pulse signal for every predetermined crank angle is installed, and the gas column distinction sensor 17 is installed near the cam shaft (not shown). Moreover, the load sensors 18, such as an accelerator sensor, are formed in the accelerator pedal (not shown).

[0031] The output signal of the various sensors mentioned above is inputted into the engine electronic control circuit (it is written as "ECU" below) 19. This ECU19 calculates fuel oil consumption and fuel injection timing based on the engine operation condition which was constituted as a subject and detected the microcomputer by various sensors, and controls a fuel injection valve 12 based on that result of an operation.

[0032] Furthermore, ECU19 is based on the cylinder internal pressure P_m at the time of un-burning [which was detected by the cylinder internal pressure sensor 15 under predetermined conditions at the time of a fuel-injection cut] (motoring pressure). While functioning as a reference pressure calculation means to compute the pressure (reference pressure) P_b of the current air in a cylinder except the pressure buildup by combustion It functions as an injection-quantity calculation means to compute fuel oil consumption based on the differential pressure (the amount of pressure buildups by combustion) of the cylinder internal pressure (detection pressure force) P_k and reference pressure P_b which were detected by the cylinder internal pressure sensor 15. And ECU19 carries out feedback control of the fuel oil consumption of a fuel injection valve 12 so that the detected fuel oil consumption may be made in agreement with target fuel oil consumption.

[0033] Here, the detection approach of the fuel oil consumption by ECU19 is explained. When a predetermined service condition is satisfied during a fuel-injection cut, the wave of the motoring pressure P_m (θ) shown in drawing 2 reads the output of the cylinder internal pressure sensor 15 by 1 cycle (for example, when an engine speed turns into the predetermined rotational frequency N), and memorizes it to nonvolatile memory (not shown), such as the backup RAM in ECU19. For every predetermined transit-time T progress (for example, 100 hours), the wave of this motoring pressure P_m (θ) is newly detected, when a predetermined service condition is satisfied during a fuel-injection cut, and it updates a storage value.

[0034] Moreover, the cylinder internal pressure sensor 15 detects the detection pressure force P_k (θ) to every predetermined sampling period $\Delta\theta$ (for example, 1degree-CA). On the other hand, reference pressure P_b (θ) is computed as follows from the motoring pressure P_m (θ) and the detection pressure force P_k (θ).

[0035] Since the detection pressure force P_k (θ) before fuel ignition does not contain the pressure buildup by combustion, it is mostly in agreement with reference pressure P_b (θ). Therefore, calculation crank angle θ_0 set as the compression stroke before ignition If the pressure ratio H of the detection pressure force P_k (θ_0) and the motoring pressure P_m (θ_0) which can be set is computed by the degree type, the pressure ratio H which is not influenced at all of the pressure buildup by combustion is computable.

$H = P_k(\theta_0) / P_m(\theta_0)$

[0036] Here, it is the calculation crank angle θ_0 . In order to raise the calculation precision of a

pressure ratio H , it is desirable that it is just before ignition as much as possible, for example, it is good to set it as BTDC10 degree-CA (before [a compression top dead center] 10degree-CA). Moreover, crank angle θ_0 of one point before ignition Although a pressure ratio H may be computed, a pressure ratio H is computed by the crank angle of two or more points before ignition, and you may make it use the average of two or more pressure ratios H .

[0037] This calculation crank angle θ_0 The reference pressure $P_b(\theta)$ in each crank angle θ is computed by multiplying a pressure ratio H by each crank angle θ of subsequent every at the motoring pressure $P_m(\theta)$.

$$P_b(\theta) = H \times P_m(\theta)$$

Thereby, reference pressure P_b is easily computable.

[0038] it is shown in drawing 3 -- as -- ignition stage θ_{af} of a fuel from -- predetermined time t_0 Injection-quantity detection stage θ_Q after progress It sets and differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ of the detection pressure force $P_k(\theta_Q)$ and the computed reference pressure $P_b(\theta_Q)$ is computed by the degree type.

$$\Delta P(\theta_Q) = P_k(\theta_Q) - P_b(\theta_Q)$$

[0039] In addition, ignition stage θ_{af} of a fuel The detection approach is crank angle θ_{af} to which differential pressure $\Delta P(\theta)$ of the detection pressure force $P_k(\theta)$ and reference pressure $P_b(\theta)$ became larger than the ignition decision value F (for example, 100kPa(s)). What is necessary is just to consider as an ignition stage. You may make it detect an ignition stage, using for example, a combustion photosensor, a knock sensor, an ion current sensor, etc. as approaches other than this.

[0040] This differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ is equivalent to a part for the pressure buildup by combustion. moreover, ignition stage θ_{af} from -- predetermined time t_0 Injection-quantity detection stage θ_Q after progress since differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ is computed -- an engine speed -- not depending -- ignition stage θ_{af} from -- burn time until it detects differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ can always be made regularity. Thereby, as shown in the experimental result of drawing 4, it is injection-quantity detection stage θ_Q . The relation of the differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ and fuel oil consumption Q which can be set can be approximated in a straight line (proportional expression), and fuel oil consumption Q can be easily computed by the degree type.

$Q = \alpha \Delta P(\theta_Q)$
In an upper type, α is a proportionality constant (slope of a line). In addition, in order to raise the detection precision of fuel oil consumption Q further, you may make it approximate the relation between differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ and fuel oil consumption Q with the high order function more than a secondary function (curve).

[0041] Detection of the fuel oil consumption by ECU19 explained above is performed by the fuel-oil-consumption detection program shown in drawing 5. This program is performed for every predetermined time and every predetermined crank angle, and the fuel oil consumption of the representation gas column in which the cylinder internal pressure sensor 15 was formed is detected. Starting of this program judges whether the addition transit time after updating the wave of the motoring pressure $P_m(\theta)$ last time exceeded predetermined time T_1 (for example, 100 hours) at step 101 first. If the addition transit time has not reached predetermined time T_1 , it does not update the wave of the motoring pressure $P_m(\theta)$, but progresses to step 105 as it is.

[0042] On the other hand, when the addition transit time was over predetermined time T_1 , it progresses to step 102 and a predetermined service condition is satisfied during a fuel-injection cut, the output of the cylinder internal pressure sensor 15 is read as a motoring pressure $P_m(\theta)$ by 1 cycle (for example, when an engine speed turns into the predetermined rotational frequency N), and the stored data of the motoring pressure $P_m(\theta)$ memorized by the nonvolatile memory of ECU19 is updated. Then, peak pressure P_{max} of the motoring pressure $P_m(\theta)$ updated at step 103 It judges whether it is higher than the predetermined value P_s . It is peak pressure P_{max} . If it is below the predetermined value P_s , it will judge that cylinder internal pressure is carrying out the abnormality fall, and will progress to step 104, lighting of a warning lamp (not shown) etc. will perform an abnormality display, an operator will be told about the abnormality fall of cylinder internal pressure, and this program will be ended.

[0043] On the other hand, it is peak pressure P_{max} at step 103. When judged with it being higher

than the predetermined value P_s , it judges that cylinder internal pressure is normal, and progresses to step 105. At this step 105, the wave of the motoring pressure P_m (θ) memorized by the nonvolatile memory of ECU19 is read, the following step 106 compares current crank angle θ with the calculation crank angle θ_0 (for example, BTDC10degree-CA), and it is the calculation crank angle θ_0 . It stands by at step 106 until it reaches. Then, when the calculation crank angle θ_0 is reached, it progresses to step 107 and is the calculation crank angle θ_0 . The pressure ratio H of the detection pressure force P_k (θ_0) and the motoring pressure P_m (θ_0) which can be set is computed by the degree type.

$$H = P_k(\theta_0) / P_m(\theta_0)$$

[0044] At the following step 108, it is the calculation crank angle θ_0 . To each crank angle θ of subsequent every, the multiplication of the pressure ratio H is carried out to the motoring pressure P_m (θ), and the reference pressure P_b (θ) of each crank angle θ is computed by the degree type.

$$P_b(\theta) = H \times P_m(\theta)$$

The data of this reference pressure P_b (θ) are temporarily memorized in memory, such as RAM of ECU19, until this program is completed.

[0045] Then, it progresses to step 109 and is injection-quantity detection stage θ_Q . It computes the calculation approach -- for example, ignition stage θ_{af} from -- predetermined time t_0 Crank angle θ_Q which corresponds after progress It computes.

[0046] Then, it progresses to step 110 and is injection-quantity detection stage θ_Q about current crank angle θ . It compares and is injection-quantity detection stage θ_Q . It stands by at step 110 until it reaches. Then, injection-quantity detection stage θ_Q When it reaches, it progresses to step 111 and is injection-quantity detection stage θ_Q . Differential pressure ΔP (θ_Q) which can be set is computed by the degree type.

$$\Delta P(\theta_Q) = P_k(\theta_Q) - P_b(\theta_Q)$$

[0047] At the following step 112, the proportionality constant α for which it asked beforehand is read from memory, fuel oil consumption Q is computed by the degree type, and this program is ended.

$$Q = \alpha \times \Delta P(\theta_Q)$$

In addition, you may make it amend a proportionality constant α according to engine operation conditions.

[0048] By the way, if the reference pressure corresponding to the time of an engine low load is calculated beforehand, and is memorized and this reference pressure is applied to all engine operation conditions as a broken line shows to drawing 6 for example, in the time of an engine heavy load, reference pressure differs from actual reference pressure greatly, and fuel oil consumption may be incorrect-detected. Although reference pressure is beforehand calculated for every engine operation conditions, and it memorizes on the map etc. as this cure, and the detection precision of fuel oil consumption can be improved if it asks for the reference pressure according to engine operation conditions from a map etc., it is difficult to memorize beforehand in quest of all those reference pressure to all the engine operation conditions that change every moment by count as a matter of fact. And it is necessary to memorize a vast quantity of data about the reference pressure for every engine operation conditions, and mass memory is needed and there is also a fault which carries out a cost rise.

[0049] On the other hand, as this operation gestalt (1) shows to drawing 2, it is the calculation crank angle θ_0 before fuel ignition. Detection pressure force P_k (θ_0) in which it can set, Calculation crank angle θ_0 of the engine operation conditions at that time The point whose reference pressure P_b (θ_0) which can be set corresponds mostly is noted. Calculation crank angle θ_0 before fuel ignition By computing the pressure ratio H of the detection pressure force P_k (θ_0) and the motoring pressure P_m (θ_0) which can be set It asks for the pressure ratio H of the reference pressure P_b and the motoring pressure P_m in current engine operation conditions, and is the calculation crank angle θ_0 . The reference pressure P_b (θ) in each crank angle θ is computed by multiplying a pressure ratio H by each crank angle θ of subsequent every at the motoring pressure P_m (θ). Thereby, the reference pressure P_b (θ) of the crank angle after fuel ignition is computable with a sufficient precision using the pressure ratio H which is not influenced

at all of the pressure buildup by combustion.

[0050] and ignition stage θ_{taf} from -- predetermined time t_0 Since it asks for differential pressure ΔP (θ_Q) of the detection pressure force P_k (θ_Q) and reference pressure P_b (θ_Q) after progress an engine speed -- not depending -- ignition stage θ_{taf} from -- burn time until it detects differential pressure ΔP (θ_Q) can always be made regularly, and fuel oil consumption Q can be computed with a sufficient precision from this differential pressure ΔP (θ_Q). And since it is not necessary like before to stop fuel injection in case reference pressure is detected, aggravation of drivability is avoidable. Furthermore, since it is not necessary to calculate beforehand the reference pressure for every engine operation conditions, and to memorize on a map etc., mass memory is not needed but-izing can be carried out [low cost] that much.

[0051] Moreover, with the above-mentioned operation gestalt (1), since the cylinder internal pressure sensor 15 detects the motoring pressure P_m at the time of the fuel-injection cut carried out at the time of car moderation etc., while being able to detect the motoring pressure P_m , without spoiling drivability, the difference in the motoring pressure characteristics by the individual difference of each engine can also be coped with, and dispersion in the detection precision of the fuel oil consumption by engine individual difference can be lessened. And since the motoring pressure P_m was updated for every predetermined time T progress, even if an engine property and the output characteristics of the cylinder internal pressure sensor 15 carried out aging, based on the motoring pressure P_m updated according to the aging, reference pressure P_b can be computed with a sufficient precision, and the fall of the detection precision of the fuel oil consumption by aging can be prevented.

[0052] [An operation gestalt (2)], next the operation gestalt (2) of this invention are explained based on drawing 7 thru/or drawing 9. the above-mentioned operation gestalt (1) -- ignition stage θ_{taf} from -- predetermined time t_0 Although differential pressure ΔP (θ_Q) of the detection pressure force P_k (θ_Q) and reference pressure P_b (θ_Q) is computed after progress and fuel oil consumption Q was computed from this differential pressure ΔP (θ_Q) this operation gestalt (2) shows to drawing 7 -- as -- ignition stage θ_{taf} from -- predetermined time t_0 Injection-quantity detection stage θ_Q after progress up to -- during a period H he integrates differential pressure ΔP (θ) of the detection pressure force P_k (θ) and reference pressure P_b (θ) to every predetermined sampling period $\Delta\theta$, and is trying to compute fuel oil consumption Q from this differential pressure addition value $\Sigma\Delta P$ (θ).

[0053] it is shown in the experimental result of drawing 8 -- as -- ignition stage θ_{taf} from -- injection-quantity detection stage θ_Q up to -- the relation between the differential pressure addition value $\Sigma\Delta P$ (θ) and fuel oil consumption Q can be approximated in a straight line (proportional expression), and fuel oil consumption Q can be easily computed by the degree type.
 $Q = \alpha \Sigma\Delta P$ (θ)

In an upper type, α is a proportionality constant (slope of a line). In addition, in order to raise the detection precision of fuel oil consumption Q further, you may make it approximate the relation between the differential pressure addition value $\Sigma\Delta P$ (θ) and fuel oil consumption Q with the high order function more than a secondary function (curve).

[0054] The fuel-oil-consumption detection program of drawing 9 performed with this operation gestalt (2) is what changed into processing of steps 113-117 processing of steps 110-112 of drawing 5 carried out with said operation gestalt (1), and ** and steps other than this are the same as drawing 5. By this program, it is injection-quantity detection stage θ_Q . After [calculation (step 109)] and crank angle θ is ignition stage θ_{taf} . When it reaches, it progresses to step 114 from step 113, and differential pressure ΔP (θ) is computed by the degree type.
 $\Delta P(\theta) = P_k(\theta) - P_b(\theta)$

[0055] At the following step 115, this differential pressure ΔP (θ_{tai}) is added and the differential pressure addition value $\Sigma\Delta P$ ($\theta_{\text{tai-1}}$) to last time is asked for the differential pressure addition value $\Sigma\Delta P$ (θ_{tai}) by this time.

$\Sigma\Delta P(\theta_{\text{tai}}) = \Sigma\Delta P(\theta_{\text{tai-1}}) + \Delta P(\theta_{\text{tai}})$

Then, it progresses to step 116 and is injection-quantity detection stage θ_Q about crank angle θ . It compares and is injection-quantity detection stage θ_Q . If it has not reached, addition processing of return and differential pressure ΔP (θ) is repeated to the above-mentioned step

114 (step 114,115).

[0056] Then, crank angle θ is injection-quantity detection stage θ_Q . When it reaches, it progresses to step 117 from step 116, and the proportionality constant α for which it asked beforehand is read from memory, the multiplication of the differential pressure addition value $\sigma\Delta P(\theta)$ is carried out to this proportionality constant α , fuel oil consumption Q is calculated, and this program is ended.

$Q = \alpha \times \sigma\Delta P(\theta)$

In addition, you may make it amend a proportionality constant α according to engine operation conditions.

[0057] In fuel-oil-consumption detection processing of an operation gestalt (2) in which it explained above ignition stage θ_{af} from -- predetermined time t_0 Injection-quantity detection stage θ_Q after progress up to, since differential pressure $\Delta P(\theta)$ is integrated during a period and fuel oil consumption Q is computed from the differential pressure addition value $\sigma\Delta P(\theta)$ Though a noise etc. is overlapped on the output of the cylinder internal pressure sensor 15 and the data of differential pressure $\Delta P(\theta)$ vary temporarily, the effect can be suppressed small and fuel oil consumption Q can be computed with a sufficient precision.

[0058] In addition, ignition stage θ_{af} When differential pressure $\Delta P(\theta)$ in a former crank angle can regard it as about 0, processing of step 113 is omitted, and it is injection-quantity detection stage θ_Q . After [calculation (step 109)] and ignition stage θ_{af} Addition processing (steps 114 and 115) of differential pressure $\Delta P(\theta)$ may be started without waiting.

[0059] [an operation gestalt (3)] -- said operation gestalt (1) -- ignition stage θ_{af} from -- predetermined time t_0 the crank angle after progress -- injection-quantity detection stage θ_Q **, although carried out As the operation gestalt (3) of this invention shows to drawing 10, it is injection-quantity detection stage θ_Q . It considers as the predetermined crank angle after the ignition stage which did not depend at an ignition stage but was decided beforehand. This injection-quantity detection stage θ_Q He is trying to compute fuel oil consumption Q from differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ of the detection pressure force $P_k(\theta_Q)$ and reference pressure $P_b(\theta_Q)$ which can be set.

[0060] If it does in this way, it will be injection-quantity detection stage θ_Q . Since it becomes unnecessary to compute, in the fuel-oil-consumption detection program of drawing 5, processing of step 109 can be omitted, computational complexity can be lessened, and the CPU load of ECU19 can be mitigated. in addition, ignition stage θ_{af} which detected this invention the crank angle which added the predetermined crank angle to the crank angle, and was acquired -- injection-quantity detection stage θ_Q ***** -- it is good.

[0061] [an operation gestalt (4)] -- said operation gestalt (2) -- ignition stage θ_{af} from -- predetermined time t_0 Although differential pressure $\Delta P(\theta)$ of an after [progress] was integrated As the operation gestalt (4) of this invention shows to drawing 11, it is injection-quantity detection stage θ_Q . It considers as the predetermined crank angle after the ignition stage which did not depend at an ignition stage but was decided beforehand. ignition stage θ_{af} from -- this injection-quantity detection stage θ_Q up to -- he integrates differential pressure $\Delta P(\theta)$ to every predetermined sampling period $\Delta\theta$, and is trying to compute fuel oil consumption Q from that differential pressure addition value $\sigma\Delta P(\theta)$ during a period

[0062] If it does in this way, in the fuel-oil-consumption detection program of drawing 9, processing of step 109 can be omitted and computational complexity can be lessened. in addition, ignition stage θ_{af} detected also in this case the crank angle which added the predetermined crank angle to the crank angle, and was acquired -- injection-quantity detection stage θ_Q ***** -- it is good.

[0063] [An operation gestalt (5)], next the operation gestalt (5) of this invention are explained based on drawing 12 and drawing 13. At said operation gestalt (1), it is injection-quantity detection stage θ_Q . Although fuel oil consumption was computed from differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ of the detection pressure force $P_k(\theta_Q)$ and reference pressure $P_b(\theta_Q)$ which can be set As this operation gestalt (5) shows to drawing 12, it is injection-quantity detection stage θ_Q . It sets. He computes $R/C \Delta P(\theta_Q)/dt$ of differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$ of the detection pressure force $P_k(\theta_Q)$ and reference pressure $P_b(\theta_Q)$, and is trying to compute fuel oil consumption Q from these differential pressure $R/C \Delta P(\theta_Q)/dt$.

[0064] it is shown in the experimental result of drawing 13 -- as -- ignition stage θ_{af} from -- predetermined time t_0 Injection-quantity detection stage θ_Q after progress The relation of the differential pressure $R/C \frac{d\Delta P(\theta_Q)}{dt}$ and fuel oil consumption Q which can be set can be approximated in a straight line (proportional expression), and fuel oil consumption Q can be easily computed by the degree type.

In $Q = \alpha \frac{d\Delta P(\theta_Q)}{dt}$ top type, α is a proportionality constant (slope of a line). In addition, in order to raise the detection precision of fuel oil consumption Q further, you may make it approximate the relation between differential pressure $R/C \frac{d\Delta P(\theta_Q)}{dt}$ and fuel oil consumption Q with the high order function more than a secondary function (curve).

[0065] Since an offset error is mostly cancellable if it asks for differential pressure $R/C \frac{d\Delta P(\theta_Q)}{dt}$ even if an offset error arises in the output characteristics of the cylinder internal pressure sensor 15 and an offset error is contained in differential pressure $\Delta P(\theta_Q)$, Like this operation gestalt (5), if fuel oil consumption is computed from differential pressure $R/C \frac{d\Delta P(\theta_Q)}{dt}$, the effect of the offset error of the cylinder internal pressure sensor 15 can be suppressed small, and fuel oil consumption Q can be computed with a sufficient precision.

[0066] In the fuel-injection system which performs pilot injection before the Main injection for engine power generating, and it by [an operation gestalt (6)] and time, in 1 cycle When computing the fuel oil consumption of pilot injection using the approach of the above-mentioned operation gestalt (1) thru/or either of (5) Injection-quantity detection stage θ_Q mentioned above after ignition of the Main injection fuel In having set up, it cannot be influenced of the pressure buildup by combustion of the Main injection fuel, and fuel oil consumption of pilot injection cannot be computed with a sufficient precision.

[0067] As this cure, with the operation gestalt (6) of this invention The approach of the above-mentioned operation gestalt (1) thru/or either of (5) is used, and it is the fuel oil consumption Q_p of pilot injection. In case it computes, as shown in drawing 14 Pilot injection-quantity detection stage θ_{Qp} is set up before ignition stage θ_{af} of the Main injection fuel, or it, and it is based on differential pressure $\Delta P(\theta_{Qp})$ which is not influenced of the pressure buildup by combustion of the Main injection fuel, and is the fuel oil consumption Q_p of pilot injection. He is trying to compute.

[0068] It is the fuel oil consumption Q_p of pilot injection, without being influenced of the pressure buildup by combustion of the Main injection fuel, if it does in this way. It is computable with a sufficient precision. In addition, what is necessary is just to set up Main injection-quantity detection stage θ_{Qm} by the approach of the above-mentioned operation gestalt (1) thru/or either of (5).

[0069] [Operation gestalt (7)] When computing fuel oil consumption with the operation gestalt (7) of this invention again using the approach of the above-mentioned operation gestalt (1) thru/or either of (5) in the system which performs fuel injection of multiple times (for example, 3 times) in 1 cycle, as it is shown in drawing 15, it is each injection-quantity detection stage θ_Q . It sets up.

[0070] Specifically the 1st injection-quantity detection stage θ_{Q1} is set up the ignition stage $\theta_{\text{af}2}$ of the 2nd injection fuel, or before it, and it is based on differential pressure $\Delta P(\theta_{Q1})$ which is not influenced of the pressure buildup by combustion of the 2nd injection fuel, and is the fuel oil consumption Q_1 of the 1st injection. It computes.

[0071] Fuel oil consumption Q_2 which doubled a part of 1st injection and the 2nd injection based on differential pressure $\Delta P(\theta_{Q2})$ which similarly sets up the 2nd injection-quantity detection stage θ_{Q2} the ignition stage $\theta_{\text{af}3}$ of the 3rd injection fuel, or before it, and is not influenced of the pressure buildup by combustion of the 3rd injection fuel It computes. In addition, what is necessary is just to set up the 3rd injection-quantity detection stage θ_{Q3} by one approach of above-mentioned operation gestalt (1) - (5).

[0072] Generally, when performing fuel injection of multiple times in 1 cycle That what is necessary is just to set up injection-quantity detection stage θ_{QN-1} of eye a time (N-1) the ignition stage of the injection fuel of eye N time (N is two or more integers), or before it by this It is fuel-oil-consumption Q_{N-1} of injection of time (N-1) before, without being influenced of the pressure buildup by combustion of the injection fuel of eye N time. It is computable with a sufficient precision.

[0073] In addition, the NOx catalyst (not shown) which purifies NOx in exhaust gas (nitrogen

oxides) to an exhaust pipe is established. In the system which performs postinjection like the expansion line after the Main injection, and supplies a fuel (HC) to an NOx catalyst as a reducing agent. The rate of NOx purification can be improved by controlling postfuel injection timing so that the amount of combustion of a postinjection fuel can be detected and this amount of combustion may be lessened by applying this operation gestalt (7).

[0074] [An operation gestalt (8)], next the operation gestalt (8) of this invention are explained based on drawing 16 thru/or drawing 19. The cylinder internal pressure sensor 15 becomes the cause by which an offset error may arise in output characteristics according to service conditions, such as temperature, and [referring to drawing 16 (a)] and this reduce the detection precision of fuel oil consumption. It can ask for this offset error as follows.

[0075] Here, the detection pressure force [in / for an offset error / the crank angle theta 1 before b and ignition and theta 2 (however, theta1 <theta2 <theta0)] can be expressed like a degree type, if Ps (theta 1), Ps (theta 2), and true cylinder internal pressure are set to Pt (theta 1) and Pt (theta 2), respectively.

$$Ps(\theta 1) = Pt(\theta 1) + b \dots (1)$$

$$Ps(\theta 2) = Pt(\theta 2) + b \dots (2)$$

[0076] moreover, crank angle theta 1 from -- theta 2 up to -- if the air condition change in a cylinder is assumed to be adiabatic change, it can express like a degree type.

$$Pt(\theta 1) \times \{V(\theta 1)\}^{\gamma} = Pt(\theta 2) \times \{V(\theta 2)\}^{\gamma} \quad Pt(\theta 2)/Pt(\theta 1) = \{V(\theta 1)/V(\theta 2)\}^{\gamma} = K \dots (3)$$

Here, it is the constant cylinder content volume is decided by V (theta) and it is decided by gamma from V (theta) and gamma that the ratio of specific heat and K will be.

[0077] If the above-mentioned (1) - (3) type is solved, offset error b is computable with a degree type.

$$b = 1/(K-1) \times \{K \times Ps(\theta 1) - Ps(\theta 2)\} \dots (4)$$

If this offset error b is subtracted from the output of the cylinder internal pressure sensor 15, the offset error of the output of the cylinder internal pressure sensor 15 can be amended.

[0078] Moreover, the gain (output sensibility) over pressure variation may change with a service condition, aging, etc. (refer to drawing 17), and, as for the output characteristics of the cylinder internal pressure sensor 15, the detection precision of fuel oil consumption falls also by this. This gain error can be searched for as follows.

[0079] Here, they are a and the calculation crank angle theta 0 about a gain error. The detection value of Pmt (theta 0) and a motoring pressure can be expressed for it like a degree type, if the certified value of a motoring pressure which can be set is set to Pms (theta 0). In addition, the certified value Pmt (theta 0) of a motoring pressure is the calculation crank angle theta 0. It is the standard motoring pressure which can be set, and based on a design data, it may set up beforehand, or you may make it use the motoring pressure detected by the cylinder internal pressure sensor 15 of an initial state (before degradation).

$$Pms(\theta 0) = a \times Pmt(\theta 0)$$

[0080] Therefore, the gain error a is computable with a degree type.

$$a = Pms(\theta 0)/Pmt(\theta 0) \dots (5)$$

By carrying out division process of the output of the cylinder internal pressure sensor 15 with this gain error a, a gain error can be amended for the output of the cylinder internal pressure sensor 15. In addition, since the detection value Pms (theta 0) of a motoring pressure changes with engine operation conditions, such as an engine speed, it sets up a certified value Pmt (theta 0) for every engine operation conditions, and you may make it choose the certified value Pmt (theta 0) according to the engine operation conditions at that time.

[0081] With this operation gestalt (8), ECU19 is performing the fuel-oil-consumption detection program shown in drawing 18 and drawing 19, and it computes fuel oil consumption using the differential pressure which amended the offset error and the gain error while it functions as an offset error amendment means to amend the offset error and gain error of output characteristics of the cylinder internal pressure sensor 15 using the above (4) and (5) types, and a gain error correction means.

[0082] The fuel-oil-consumption detection program of drawing 18 and drawing 19 is performed for

every predetermined time and every predetermined crank angle. Starting of this program updates the wave of the motoring pressure $P_m(\theta)$ at step 301 first. Thereby, the motoring pressure $P_m(\theta)$ is updated corresponding to aging of the output characteristics of the cylinder internal pressure sensor 15. In addition, when a predetermined service condition is satisfied during a fuel-injection cut as well as said operation gestalt (1), the renewal of the motoring pressure $P_m(\theta)$ reads the output of the cylinder internal pressure sensor 15 by 1 cycle, and updates the stored data of the motoring pressure $P_m(\theta)$ memorized by the nonvolatile memory of ECU19.

[0083] Then, at step 302, the motoring pressures $P_m(\theta_1)$ and $P_m(\theta_2)$ memorized by the nonvolatile memory of ECU19 are read, and the offset error b_m of the motoring pressure $P_m(\theta)$ is computed by the degree type.

$$b_m = 1/(K-1) \times \{K \times P_m(\theta_1) - P_m(\theta_2)\}$$

[0084] At the following step 303, a degree type amends the offset error of the motoring pressure $P_m(\theta)$ using this offset error b_m .

$P_m'(\theta) = P_m(\theta) - b_m$ -- motoring pressure $P_m'(\theta)$ after the offset error amendment called for by doing in this way is temporarily memorized in memory, such as RAM of ECU19, until this program is completed.

[0085] Then, crank angle θ is the crank angle θ_1 . When it becomes, the detection pressure force $P_k(\theta_1)$ is detected, and after that and crank angle θ is the crank angle θ_2 . When it becomes, the detection pressure force $P_k(\theta_2)$ is detected, and the offset error b_k of the detection pressure force $P_k(\theta)$ is computed by the degree type (steps 304-308).

$$b_k = 1/(K-1) \times \{K \times P_k(\theta_1) - P_k(\theta_2)\}$$

[0086] Then, crank angle θ is the calculation crank angle θ_0 . When it becomes, it progresses to step 310 from step 309 of drawing 19, and is the calculation crank angle θ_0 . Motoring pressure $P_m'(\theta_0)$ and the calculation crank angle θ_0 after the offset error amendment which can be set The certified value $P_{mt}(\theta_0)$ of a motoring pressure which can be set is read from the nonvolatile memory of ECU19, and the gain error a is computed by the degree type.

$$a = P_m'(\theta_0) / P_{mt}(\theta_0)$$

[0087] At the following step 311, a degree type amends the offset error of the detection pressure force $P_k(\theta_0)$ using an offset error b_k .

$P_k'(\theta_0) = P_k(\theta_0) - b_k$ [0088] then -- a step -- 312 -- an offset error -- amendment -- the back -- detection pressure -- the force -- P_k -- ' (θ_0) -- an offset error -- amendment -- the back -- motoring -- a pressure -- P_m -- ' (θ_0) -- a pressure ratio -- H -- ' -- a degree type -- computing .
 $H' = P_k'(\theta_0) / P_m'(\theta_0)$

Then, it progresses to step 313 and is injection-quantity detection stage θ_Q . It computes. the calculation approach -- said operation gestalt (1) -- the same -- ignition stage θ_Q from -- predetermined time t_0 Crank angle θ_Q which corresponds after progress It computes.

[0089] Then, crank angle θ is injection-quantity detection stage θ_Q . When it becomes, it progresses to step 315 from step 314, and a degree type amends the offset error of the detection pressure force $P_k(\theta_Q)$ using an offset error b_k .

$P_k'(\theta_Q) = P_k(\theta_Q) - b_k$ [0090] At the following step 316, reference pressure P_b' after offset error amendment (θ_Q) is computed by the degree type.

$$P_b'(\theta_Q) = H' \times P_m'(\theta_Q)$$

[0091] a degree -- a step -- 317 -- gain -- an error -- a -- using -- an offset error -- amendment -- the back -- detection pressure -- the force -- P_k -- ' (θ_Q) -- reference pressure -- P_b -- ' (θ_Q) -- differential pressure -- ΔP -- ' (θ_Q) -- gain -- an error -- a degree type -- amending .

$$\Delta P'(\theta_Q) = 1/a \times \{P_k'(\theta_Q) - P_b'(\theta_Q)\}$$

Thus, computed differential pressure $\Delta P'(\theta_Q)$ becomes the value by which both the offset error and the gain error were amended.

[0092] Then, at step 318, the multiplication of the proportionality constant α is carried out to differential pressure $\Delta P'$ after amendment (θ_Q), fuel oil consumption Q is calculated, and this program is ended.

$$Q = \alpha \times \Delta P'(\theta_Q)$$

[0093] Since the offset error and gain error are searched for and the detection pressure force, a motoring pressure, and differential pressure are amended with the operation gestalt (8) explained

above even if an offset error and a gain error occur in the output of the cylinder internal pressure sensor 15 by the service condition or aging, fuel oil consumption can be computed using the data which removed the offset error and gain error of an output of the cylinder internal pressure sensor 15, and highly precise fuel-oil-consumption detection is possible.

[0094] In addition, at the above-mentioned operation gestalt (8), it is the crank angle θ_0 of one point. The certified value $P_{mt}(\theta_0)$ of a motoring pressure which can be set is memorized, and it is the crank angle θ_0 of one point. Although the gain error a was searched for, the wave of the certified value $P_{mt}(\theta_0)$ of a motoring pressure is memorized, a gain error is searched for by the crank angle of two or more points, and you may make it use those averages as a gain error.

[0095] Moreover, although the gain error of the differential pressure of the detection pressure force after offset error amendment and reference pressure was amended with the above-mentioned operation gestalt (8) after amending the offset error of both the detection pressure force and a motoring pressure It is the phase of making it amend an offset error and reading the output of the cylinder internal pressure sensor 15 contrary to this after amending a gain error. What is necessary is to make it amend both an offset error and a gain error, and just to, amend an offset error and a gain error in short, by the time it computes fuel oil consumption using differential pressure. Or you may make it amend an offset error or a gain error.

[0096] Since the respectively same gain error also as differential pressure ΔP or the detection pressure force P_k is included when the gain error has arisen in the output characteristics of the [operation gestalt (9)] cylinder internal pressure sensor 15, a gain error is mostly cancellable if differential pressure ΔP is ****(ed) by the detection pressure force P_k .

[0097] Paying attention to this point, it sets to each above-mentioned operation gestalt (1) - (7), and the operation gestalt (9) of this invention is crank angle θ_Z before ignition about differential pressure ΔP instead of differential pressure ΔP . Value $\Delta P/P_k(\theta_Z)$ ****(ed) and formed into the-less dimension by the detection pressure force $P_k(\theta_Z)$ in which it can set is used. Even when doing in this way and the large cylinder internal pressure sensor 15 of a gain error is used, based on the non-dimension data which canceled the gain error mostly, fuel oil consumption can be computed with a sufficient precision.

[0098] In addition, although the motoring pressure P_m was updated for every predetermined time T progress, you may make it update for every predetermined mileage progress with each above-mentioned operation gestalt. Moreover, you may make it the thing of a fuel injection valve 12, a glow plug (not shown), and one apparatus used for the cylinder internal pressure sensor 15.

[0099] Moreover, although it was made to detect fuel oil consumption with each above-mentioned operation gestalt about the representation gas column in which the cylinder internal pressure sensor 15 was formed, the cylinder internal pressure sensor 15 is formed in all gas columns, a fuel-oil-consumption detection program is performed for every gas column, and you may make it detect fuel oil consumption for every gas column.

[0100] Moreover, although this invention was applied to the diesel power plant of a 4-cylinder with the injection system of a common ball-race type with each above-mentioned operation gestalt, this invention may be applied to the diesel power plant of injection systems other than a common rail type, or diesel power plants other than a 4-cylinder.

[Translation done.]

* NOTICES *

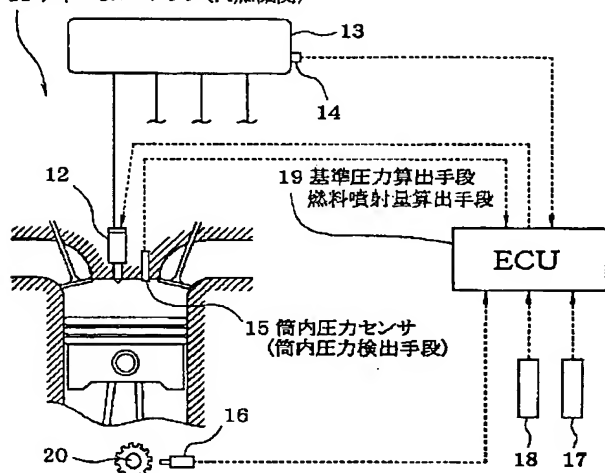
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

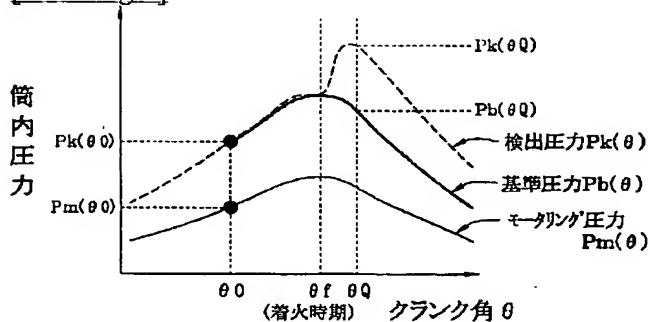
DRAWINGS

[Drawing 1]

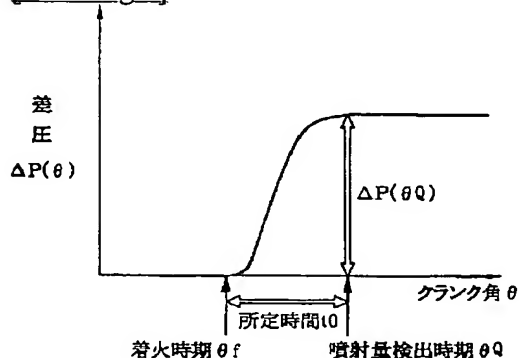
11 ディーゼルエンジン(内燃機関)



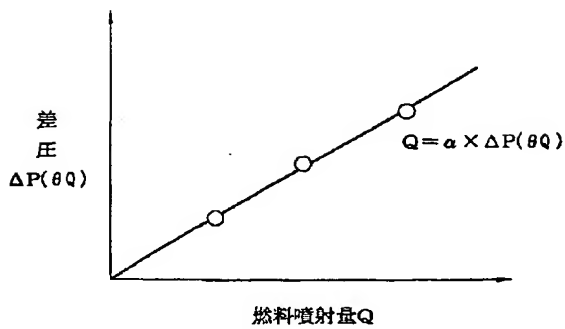
[Drawing 2]



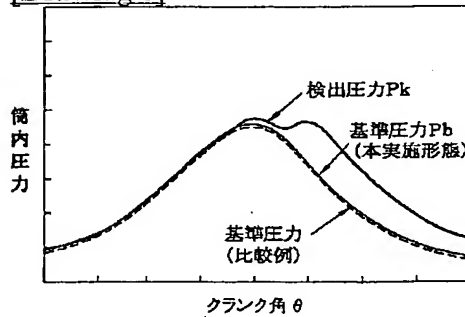
[Drawing 3]



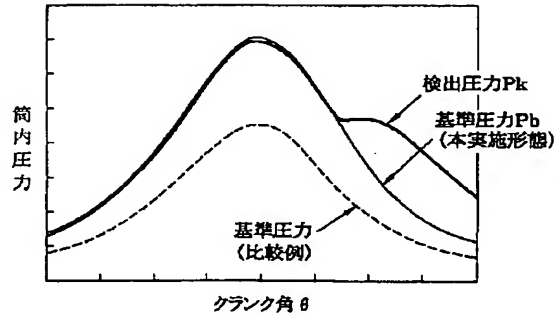
[Drawing 4]



[Drawing 6]

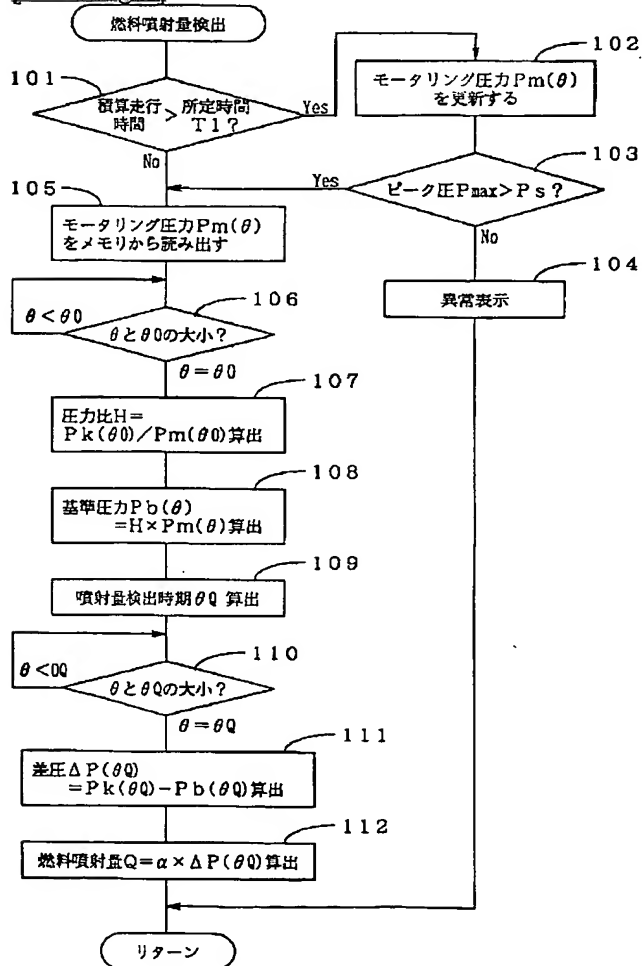


(a) エンジン低負荷時

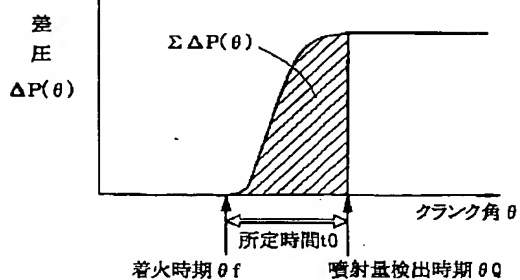


(b) エンジン高負荷時

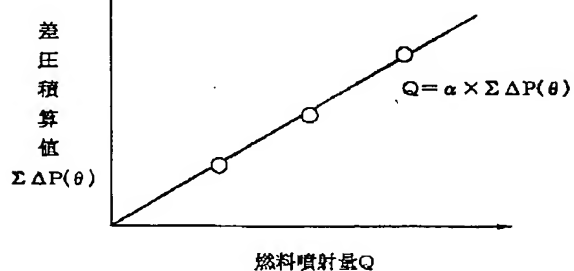
[Drawing 5]



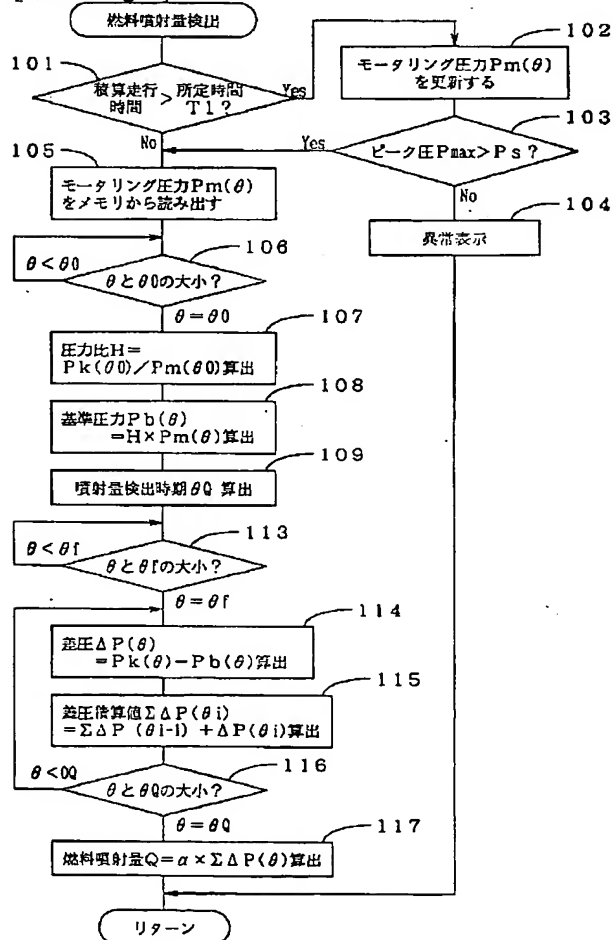
[Drawing 7]



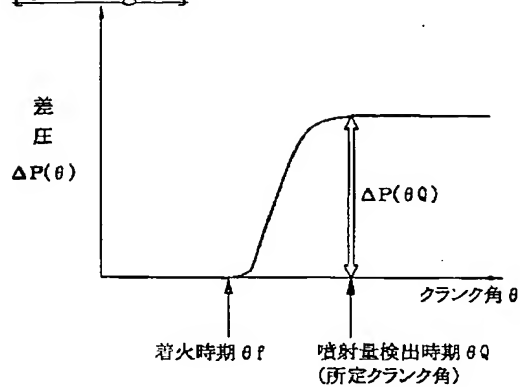
[Drawing 8]



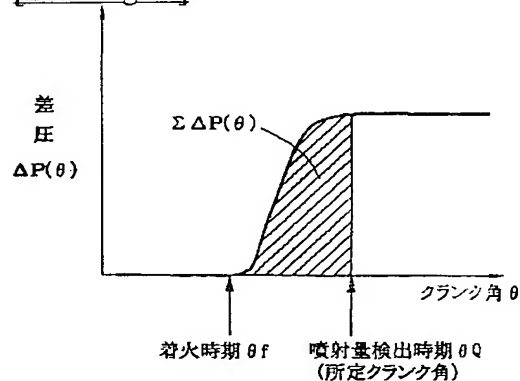
[Drawing 9]



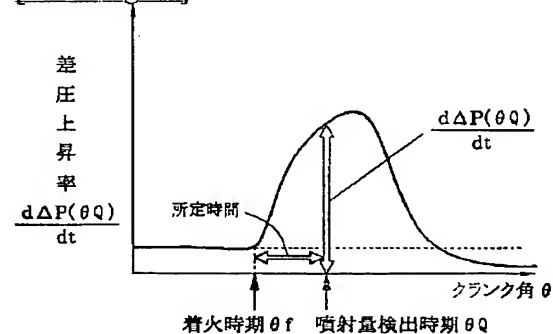
[Drawing 10]



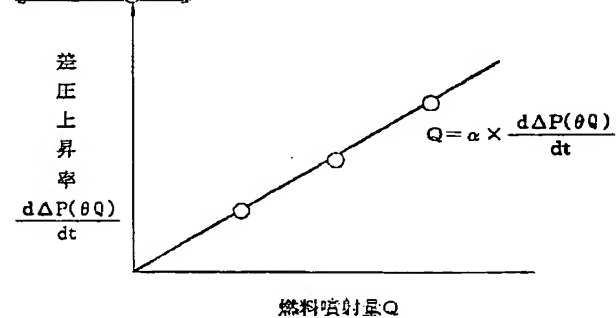
[Drawing 11]



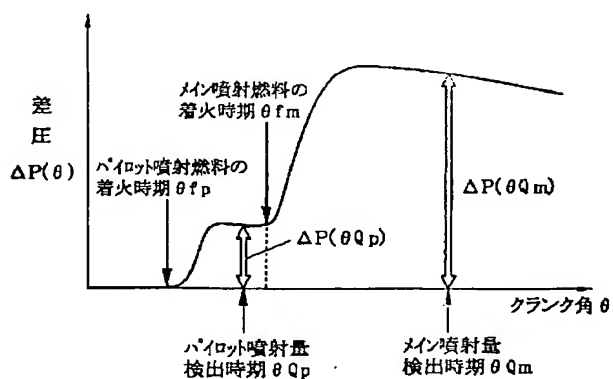
[Drawing 12]



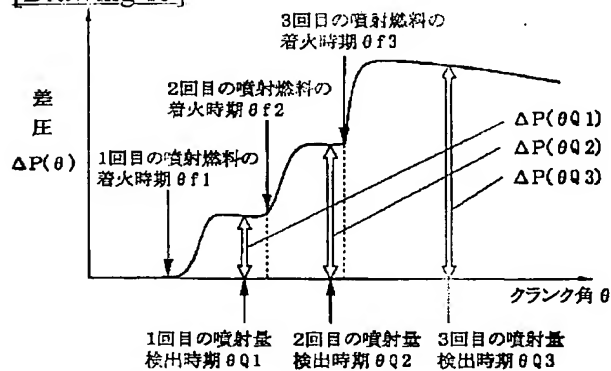
[Drawing 13]



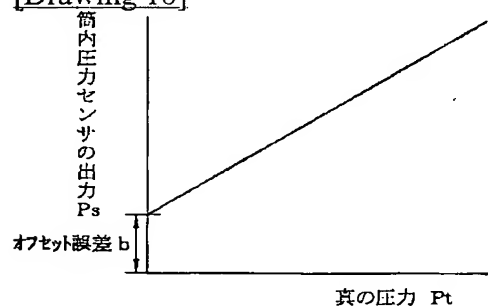
[Drawing 14]



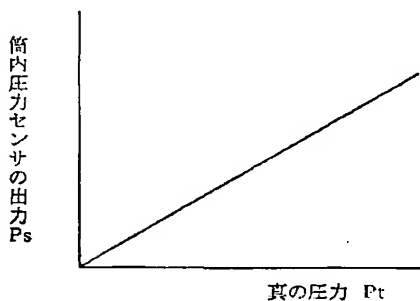
[Drawing 15]



[Drawing 16]

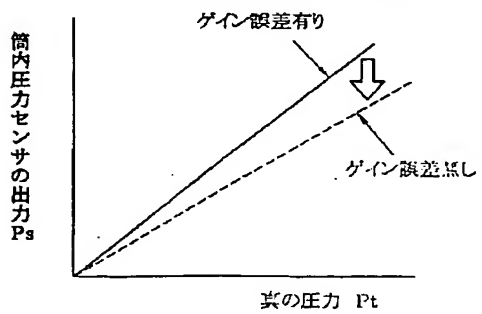


(a) オフセット誤差補正前

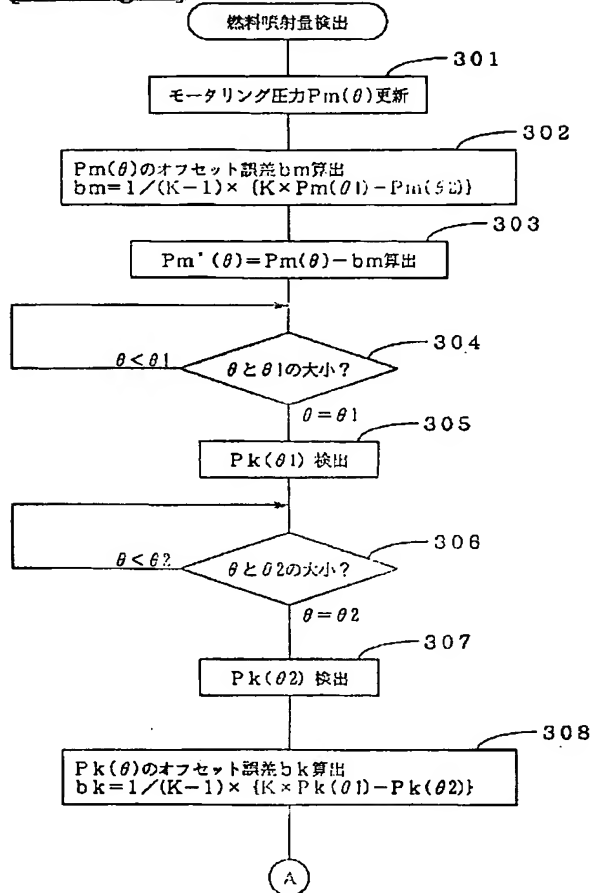


(b) オフセット誤差補正後

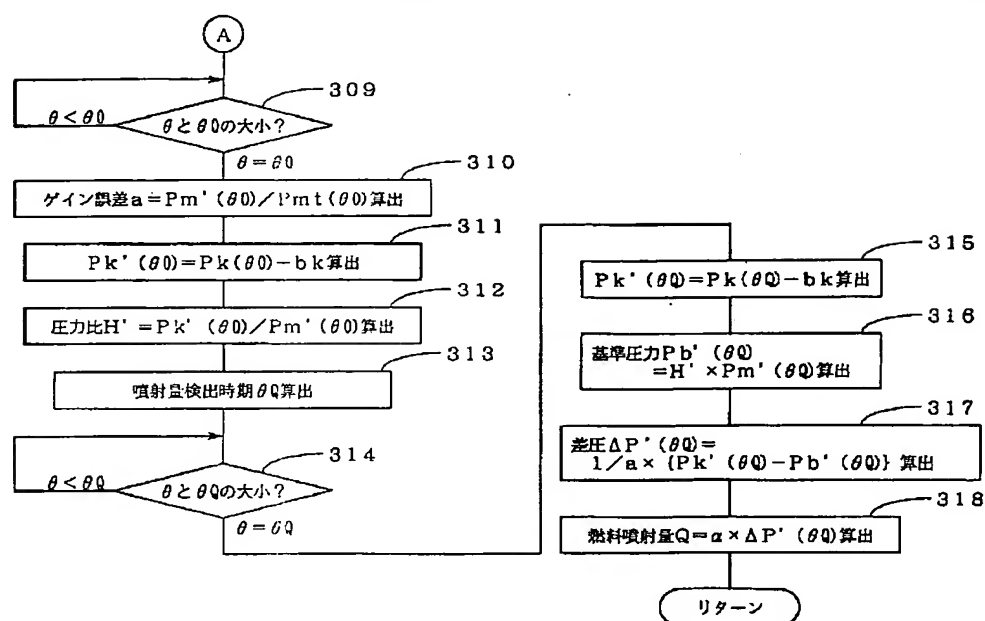
[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Drawing 19]



[Translation done.]